



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN
Y DE LA SALUD ANIMAL

EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS
Y SU REPERCUSIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD Y
COMPETITIVIDAD DE LOS ESTABLOS LECHEROS DEL
COMPLEJO AGRO-INDUSTRIAL DE TIZAYUCA, HIDALGO

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA

DUILIO DOMÍNGUEZ AZPEITIA

TUTOR

FERNANDO CERVANTES ESCOTO

COMITÉ TUTORAL

ADOLFO G. ÁLVAREZ MACÍAS
JOSÉ LUIS DÁVALOS FLORES



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

A mis Alma Mater

Universidad Nacional Autónoma de México. Por permitirme crecer, soñar y retoñar profesionalmente en sus aulas. Por aprender de mis profesores su sabiduría, virtudes y defectos.

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Por brindarme la oportunidad de concretar un nuevo sueño que se convirtió en una hermosa y tangible realidad.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Por los apoyos otorgados dentro del Programa de becas para estudios de posgrado y a través del Proyecto 42498-Conacyt.

Al Comité Tutoral y Jurado

Por su valiosa orientación, interés e infinito apoyo brindado incondicionalmente para la realización de la presente tesis.

A los Ganaderos del Complejo Agro-Industrial de Tizayuca, Hidalgo

Sin cuya participación y facilidades otorgadas para trabajar en sus unidades de producción, no hubiera sido posible la realización del presente trabajo.

A mis padres

Javier Domínguez Hernández. Por enseñarme el duro oficio de ser hombre y demostrarme, con hechos, que ningún obstáculo es lo suficientemente grande para detenernos en nuestro camino. Eres la persona que más admiro. Te amo.

Agustina Azpeitia Hernández. Por brindarme todo lo que, según ella, era necesario para nosotros, cada uno de sus hijos. Disculpo sus errores y celebro sus aciertos. Te quiero.

Pío Domínguez Gómez. Por su recuerdo y las enseñanzas que pocos comprendieron.

A mis hermanos

Omar Arturo Domínguez Azpeitia. Por ser más que un hermano. Por su amor, amistad, apoyo, comprensión y, sobre todo, por enseñarme lo que nunca pude haber aprendido en la escuela. Por compartir todas aquellas largas noches en charlas interminables. Eternamente, gracias. Te amo.

Gloria Josefina Domínguez Azpeitia. Por ser mucho más que hermana y amiga en todas mis alegrías y desdichas. Por comprenderme y participar su alegría en todas mis aflicciones. Por su amor, amistad, compañía y comprensión. Sin ti, nada sería realidad. Eternamente, gracias. Te amo.

A BB-S (ella sabe)

Mireya Barajas Dueñas. Por ser la hermosa estrella que alumbró mi largo y sinuoso camino, lleno de asperezas y tenues virtudes. Por el infinito amor que compartimos en aquellos años maravillosos e inolvidables, repletos de ilusiones. Por brindarme todas las cosas que reflejaban tus ojos. Por todo lo que diste y ofrecí. Por temblar juntos en el viento como la última hoja de un árbol moribundo. Aunque ya no estés en mi futuro. Por lo que alguna vez fuimos y nunca seremos. Te amo.

A NorTe (ella sabe)

Norma Teresa Ramírez Solano. Por ser la primera mujer que me enseñó lo que era el amor puro, verdadero y sin condiciones. Por todo lo escrito y que nunca leerás. Porque te amaba y no puedo abandonar todos esos años que he estado pensando en tí, en nuestro amor. Te amaba, de verdad.

A Candy

Dulce Adriana Rosales Acosta. Por brindarme la oportunidad de una nueva inspiración fértil que me ayudó a salir de aquél insufrible laberinto. Gracias por tu fuerza de juventud, lozanía y belleza. Por desaparecer las tristezas, odios y desamores; por ser una nueva estrella en mi firmamento. Te amo.

A Susy

Susana Vargas Fragoso. Por enamorarte de mí y describir, en tan pocas palabras, mi esencia, debilidades y fortalezas. Por despojarme de la verdad y demostrarme que las ilusiones guardadas son el ansia pura de seguir soñando. Por lo que nunca fue. Te quiero.

A mis amigos

Delirio (Omar, Gabriel, David, Iván, Jorge y los demás). Por compartir las pequeñas gotas de amistad que brotan del alma y que riegan los senderos torcidos del destino. Por enseñarme que la vida está acompañada de notas que hacen eco en el corazón. “*Los quiero chicos*”.

Liliana López Ordóñez. Por todo lo hermoso que compartimos. Por todas aquellas dificultades que supimos sortear y que serán la semilla de una amistad perenne.

Javier Vargas Monzalvo. Por su valiosa ayuda en momentos difíciles y por el apoyo logístico en la realización del presente trabajo.

Epifania Azpeitia Hernández. Por darme el mejor ejemplo de superación y el apoyo siempre brindado. Por el amor que logramos destruir con nuestros errores y que debemos recuperar. Gracias.

Aquilino Azpeitia Hernández. Por todos tus sufrimientos interminables. Por morir antes de tiempo y porque tu recuerdo inunda mi pensamiento.

Aída Azpeitia Hernández. Por compartir lo mucho y lo poco. Gracias.

A todos aquellos cuyos nombres omito, pero que permanecen en mi mente. Gracias a todos ellos.

ÍNDICE

CONTENIDO GENERAL

Resumen	VII
Abstract	VIII
1. Introducción	1
2. Revisión de literatura	6
2.1. Parámetros reproductivos (PR)	6
2.2. Factores que afectan los PR	9
2.3. Teoría de costos	22
2.4. Parámetros estadísticos	25
3. Material y métodos	27
3.1. Obtención del tamaño de muestra	27
3.2. Estratificación de la muestra	28
3.3. Evaluación de los parámetros reproductivos	31
3.4. Evaluación de los índices económicos	32
3.5. Tratamiento de los datos	34
4. Resultados	35
4.1. Caracterización de los productores y sus hatos	35
4.1.1. Datos generales de los productores	35
4.1.2. Datos generales de las UPL	36
4.1.3. Producción láctea	39
4.1.4. Manejo zootécnico	40
4.1.5. Organización y administración de las UPL	42
4.2. Parámetros y trastornos reproductivos en el CAITSA	44
4.2.1. Parámetros reproductivos en el CAITSA	44
4.2.2. Comparación con los parámetros óptimo y zootécnico	45
4.2.3. Trastornos reproductivos en el CAITSA	45
4.3. Parámetros y trastornos reproductivos por estratos	47
4.3.1. Parámetros reproductivos por estratos	47
4.3.2. Comparación con los parámetros óptimo y zootécnico	51
4.3.3. Trastornos reproductivos por estratos	52
4.4. Parámetros y trastornos reproductivos por UPL	55
4.4.1. Parámetros reproductivos por UPL	55
4.4.2. Comparación con los parámetros óptimo y zootécnico	55
4.4.3. Trastornos reproductivos	55
4.5. Evaluación de los costos de producción	57
4.5.1. Costos de producción en el CAITSA	57
4.5.2. Costos de producción por estratos	60
4.5.3. Costos de producción por UPL	65
4.6. Correlación entre los PR e IE	71
5. Discusión y conclusiones	72
6. Referencias bibliográficas	77

CUADROS

1. Tendencias de la producción de leche de bovino en México	1
2. Parámetros reproductivos en bovinos y su promedio nacional	7
3. Parámetros reproductivos nacionales e internacionales	8
4. Parámetros reproductivos ideales, óptimos y normales	9
5. Requerimientos de proteína y energía en la reproducción	11
6. Programa de vacunación en un hato lechero	16
7. Intervalo de frecuencias de las UPL de la muestra	30
8. UPL que conforman la muestra de estudio	30
9. Estructura promedio de los hatos en las UPL del CAITSA	36
10. Precio pagado por litro de leche producida	40
11. Parámetros reproductivos en el CAITSA	44
12. Comparación de los PR del CAITSA con los valores esperados	45
13. Comparación de los TR del CAITSA con los valores máximos	45
14. Parámetros reproductivos por estratos	47
15. Comparación de los PR por estratos con los valores esperados	51
16. TR por estratos y su comparación con el valor máximo	52
17. CFT y CF de producción por litro en el CAITSA	57
18. CVT y CV de producción por litro en el CAISA	58
19. Costos fijos de producción por estratos	61
20. Costos variables de producción por estratos	61
21. Costos totales de producción por estratos	61
22. Costos de producción por litro por estratos	61
23. Ingresos brutos totales mensuales por estratos	62
24. Utilidad neta por litro de leche producida por estratos	62
25. Utilidad económica mensual por estratos	63
26. Utilidad económica por vaca por estratos	64
27. Relación beneficio costo por estratos	64
28. Correlación entre los PR y los IE en el CAITSA	71

FIGURAS

1. Comportamiento de la producción de leche en México	2
2. Parámetros reproductivos en el CAITSA	44
3. Comparación de los TR del CAITSA con el valor máximo	46
4. SxC evaluados por estrato y su relación con la PLVE	48
5. P1erS evaluados por estrato y su relación con la PLVE	48
6. DA evaluados por estrato y su relación con la PLVE	49
7. IEP evaluados por estrato y su relación con la PLVE	50
8. RE por estratos y su comparación con el valor máximo	53
9. ABT por estratos y su comparación con el valor máximo	53
10. NM por estratos y su comparación con el valor máximo	54
11. MOM por estratos y su comparación con el valor máximo.....	54
12. Utilidad neta por litro de leche producida en el CAITSA	59
13. Utilidad económica por la producción láctea en el CAITSA	60
14. Utilidad neta por litro de leche producida por estrato	62
15. Utilidad económica mensual por estrato	63
16. Utilidad económica mensual por vaca por estrato	64
17. Relación beneficio costo por estrato	65
18. Costos fijos totales por UPL	66
19. Costos variables totales por UPL	66
20. Costos totales por UPL	67
21. Costos de producción por litro de leche producida por UPL	67
22. Ingresos brutos totales mensuales por UPL	68
23. Utilidad neta por litro de leche producida por UPL	69
24. Utilidad económica mensual por UPL	69
25. Utilidad económica mensual por vaca por UPL	70
26. Relación beneficio costo por UPL	70

EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS Y SU REPERCUSIÓN EN
LA PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD DE LOS ESTABLOS LECHEROS DEL
COMPLEJO AGRO-INDUSTRIAL DE TIZAYUCA, HIDALGO.

Domínguez-Azpeitia Duilio¹

RESUMEN

Ante la problemática de la actividad pecuaria mundial por apertura económica y globalización de mercados, es imperante aumentar la productividad, rentabilidad y competitividad de las unidades de producción láctea (UPL) mediante el manejo integral de la salud animal. Para diagnosticar las UPL del Complejo de Tizayuca (CAITSA), obtener parámetros reproductivos (PR) e índices económicos (IE), se revisaron registros reproductivos y aplicaron cuestionarios a 14 propietarios. Las UPL se estratificaron de acuerdo al número de animales y producción láctea por vaca (PLV). Los PR obtenidos fueron servicios por concepción (SxC, 2.54 dosis), intervalo parto al primer servicio (P1erS, 71.59 días), días abiertos (DA, 136.59 días), intervalo entre partos (IEP, 14.48 meses), abortos (ABT, 7.09%), reabsorciones embrionarias (RE, 1.1%), nacidos muertos (NM, 1.16%) y momificaciones (MOM, 1%). Los PR fueron estadísticamente superiores ($P < 0.05$) a los valores óptimos, zootécnicos y máximos permitidos. Los IE fueron costos totales (CT, \$609'464), costos de producción por litro (CPL, \$3.52), ingresos brutos totales (IBT, \$640'904), utilidad neta por litro de leche (UNL, \$0.1815), utilidad económica mensual (UEM, \$31'440), utilidad económica por vaca (UEV, \$103) y relación beneficio costo (RBC, 1.0516). Los SxC y DA tuvieron correlaciones negativas y estadísticamente significativas ($P < 0.05$) con IBT (-0.5419 y -0.6271) y UEM (-0.5030 y -0.5436, respectivamente); mientras los PR aumentan, los IE disminuyen proporcionalmente en concordancia con la PLV. La hipótesis que las UPL con mejores PR poseen el mayor desempeño económico, no fue rechazada. Amén de los PR, existen problemas que influyen en los IE: decisiones en cada UPL, manejo y eliminación de estiércol, variabilidad en precio de insumos y malos manejos administrativos. Para optimizar el manejo animal se requieren incentivos al personal, mantenimiento de instalaciones, protocolos de ordeña y manejo al parto, métodos alternos en detección del celo, empleo de semen de calidad y utilización exclusiva de ganado Holstein-Friesian.

Palabras clave: Parámetros reproductivos, índices económicos, producción láctea, CAITSA.

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.

EVALUATION OF REPRODUCTIVE PARAMETERS AND THEIR REPERCUSSION IN THE
PRODUCTIVITY AND PROFITABILITY IN THE UNITS OF DAIRY PRODUCTION OF
AGRICULTURAL AND INDUSTRIAL COMPLEX OF TIZAYUCA, HIDALGO.

Domínguez-Azpeitia Duilio

ABSTRACT

The world-wide problematic relates to Dairy Industry leads to get an increment in productivity, profitability, and competitive from Production Dairy Units (UPL) by means of an integral management of animal health. Reproductive logs were reviewed and 14 questionnaires were applied to obtain a diagnosis from UPL's of Tizayuca Industrial Complex (CAITSA), reproductive parameters (PR) and economic indicators (IE). The UPL's were stratified according to the animal quantity and milk production per cow (PLV). The calculated PR's were: Services per conception (SxC, 2.54 doses), calving interval to first service (P1erS, 71.59 days), days open (DA, 136.59 days), calving interval (IEP, 14.48 months), abortion percentage (ABT, 7.09%), embrionary reabsortion (RE, 1.1%), stillborns (NM, 1.16%), and mummies (MOM, 1%). In statistical terms, the PR's were higher ($P < 0.05$) than those optimal, zootechnical, and maximum values. The IE were total costs (CT, \$609'464), production per liter costs (CPL, \$3.52), total gross incomes (IBT, \$640'904), net utility per liter (UNL, \$0.1815), monthly economic utility (UEM, \$31'440), economic utility per cow (UEV, \$103), and rate profit-cost (RBC, 1.0516). A negative and statically significant correlation ($P < 0.05$) was found between SxC and IBT (-0.5419), SxC and UEM (-0.5030), DA and IBT (-0.6271), DA and UEM (-0.5436). While the PR's values show an increase in respect of PLV, those corresponding to the EI's decrease. The hypothesis saying that the UPL's having the best PR's have the higher IE was not rejected. Beside PR's, another variables have an influence in the IE: farm managers' particular decisions, dung management and its disposal, costs variations, and wrong administrative management. In order to improve the animal management it is required doing a constant maintenance to installations, keeping the milking and intervention in calving, consider alternative methods for estrus detection, employ high quality semen, and make use of Holstein-Friesian cattle exclusively.

Key words: Reproductive parameters, economic indicators, dairy production, CAITSA.

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito nacional, el desarrollo de la ganadería bovina productora de leche adquiere especial relevancia debido a que, dentro de los productos pecuarios, el lácteo es un integrante elemental de la canasta básica. Esta condición le confiere características singulares debido al interés del Estado en torno a la producción y distribución del mismo. Así, la actividad lechera se impulsa con el propósito primordial de abastecer la demanda efectiva y lograr la autosuficiencia alimentaria (González y Salcedo, 1994).

Actualmente, la actividad pecuaria mundial enfrenta serios retos ante la apertura económica y la globalización de los mercados. En el caso de México, en el sexenio de 1995-2000, se estableció el objetivo entre productores de leche y gobierno de sustituir el 89% de las importaciones y lograr la autosuficiencia (Cervantes *et al.*, 2001). A pesar de lo anterior y de que en el año 2005 se produjeron 9'854 millones de litros equivalentes, existió un déficit importante con un coeficiente de dependencia alimentaria del 25.92% (cuadro 1) (SIACON, 2005).

Cuadro 1. Tendencias de la producción de leche de bovino en México.

Año	A Producción (millones de litros equivalentes)	B Importaciones (millones de litros equivalentes)	A+B Disponibilidad (millones de litros equivalentes)	B/(A+B) C.D.A. * (%)
1980	6'742	1'947	8'689	22.41
1981	6'856	1'333	8'189	16.28
1982	6'924	974	7'898	12.33
1983	6'768	965	7'733	12.48
1984	6'860	1'004	7'864	12.77
1985	7'173	1'890	9'063	20.85
1986	6'373	1'284	7'657	16.77
1987	6'201	1'572	7'773	20.22
1988	6'159	2'203	8'362	26.34
1989	5'577	3'245	8'822	36.78
1990	6'142	3'364	9'506	35.39
1991	6'717	2'010	8'727	23.03
1992	6'966	4'262	11'228	37.96
1993	7'404	4'569	11'973	38.16
1994	7'320	3'930	11'250	34.93
1995	7'399	2'818	10'217	27.58
1996	7'586	3'137	10'723	29.25
1997	7'848	3'484	11'332	30.74
1998	8'316	2'891	11'207	25.80
1999	8'877	3'117	11'994	25.99
2000	9'311	3'217	12'528	25.68
2001	9'501	3'317	12'728	25.94
2002	9'658	3'417	13'075	26.13
2003	9'784	3'517	13'301	26.44
2004	9'873	3'650	13'523	27.04
2005	9'854	3'801	13'655	25.92

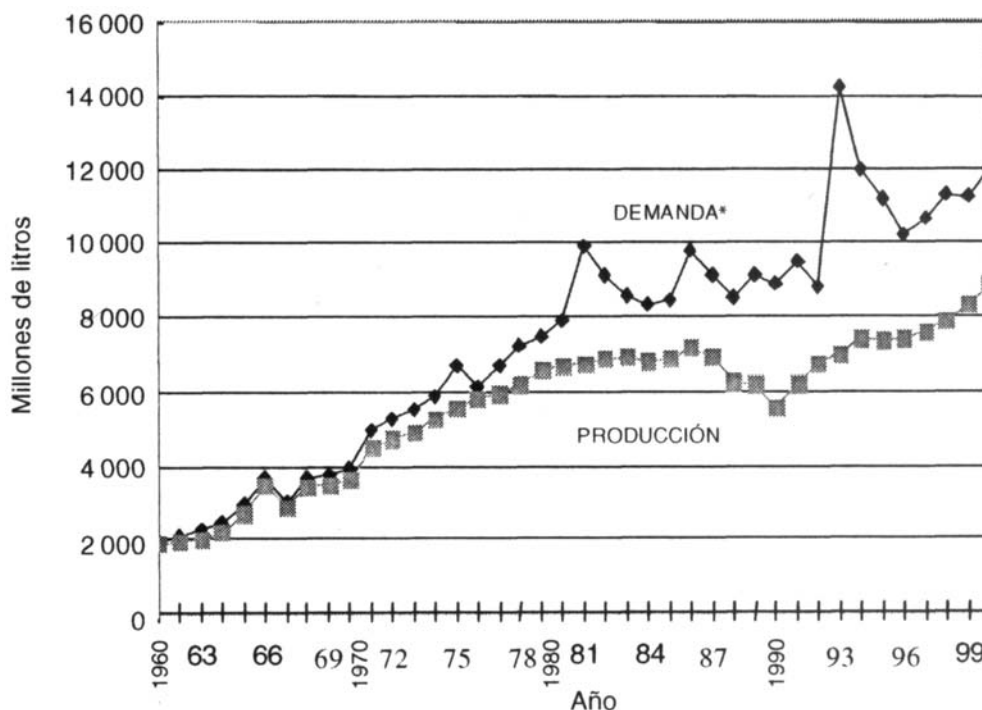
* CDA = Importaciones/Disponibilidad.

Disponibilidad = Producción nacional + Importaciones.

Fuente: SARH-SECOFI-CNG-BANCOMEXT, 1999. SIACON, Sistema de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), SAGARPA. Última actualización: 05/03/05.

Dentro de los principales países productores de leche, México ocupaba, en el año 2003, el decimoquinto lugar mundial y el tercero en América con 9'842 millones de toneladas métricas (FAO, 2004). Sin embargo, tal cantidad no logra satisfacer la demanda de la población y la industria, generando la necesidad gradual de importar productos lácteos (figura 1). El volumen de estas importaciones representa para México una dependencia directa que lo colocan en el primer lugar a nivel mundial (Cervantes *et al.*, 2001).

Figura 1. Comportamiento de la producción y demanda de leche en México (1960-1999).



* Demanda = Consumo aparente en millones de litros equivalentes.

Fuente: (Cervantes, *et al.*, 2001; con datos SAGAR, 2000).

Las características del sistema de producción intensivo reflejan graves problemas de competitividad y planeación estratégica, que es el resultado de factores como la desventaja comparativa y los efectos de las distorsiones del mercado causadas por las políticas de intervención de los gobiernos. Esta última condición ha provocado la creciente competitividad en el mercado de los principales proveedores de México, con excepción de Nueva Zelanda. Mundialmente, la leche es el producto agropecuario que más subsidios recibe; pero México es uno de los países que menos subsidia a sus productores (Cervantes *et al.*, 2001).

En el caso de que la ganadería mexicana no se modernice, sea sostenible y competitiva; gradualmente será más marginal ante un mercado donde se confrontan economías con desiguales condiciones. Tomando en consideración tales circunstancias, es indispensable mejorar los procesos de producción para ofrecer productos que cumplan con las exigencias

requeridas por el mercado y además, manejar eficientemente los recursos físicos, económicos y humanos desde el punto de vista empresarial; así como la integración de objetivos y estrategias a corto, mediano y largo plazo (Evaristo y Echevarría, 1999).

Ante la problemática mundial de la actividad ganadera, es imperante incrementar la productividad, rentabilidad y competitividad de los hatos ganaderos mediante el mejoramiento del manejo animal y el uso de tecnologías. De acuerdo a lo anterior, la ganadería actual debe enfocarse al manejo integral de la salud animal tomando en consideración factores como instalaciones, calificación de la condición corporal, nutrición, sanidad, reproducción y otras prácticas de manejo (Chagoya *et al.*, 2002).

La integración de esos componentes permite establecer metas específicas en cuanto al desempeño y eficiencia animal, derivando en la obtención de utilidades máximas que se traducen en un incremento en calidad, productividad, rentabilidad y competitividad económica en una unidad de producción láctea (UPL). Para alcanzar estos propósitos, es indispensable conocer y hacer eficientes los mecanismos relacionados con la función y comportamiento reproductivo del hato adulto, así como de las variables que lo afectan (Evaristo y Echevarría, 1999; Chagoya *et al.*, 2002). Es decir, para conocer la información sobre la producción láctea es necesario incluir la eficiencia reproductiva del hato adulto (Chagoya *et al.*, 2002).

Para la evaluación de una UPL, es necesario realizar un análisis de la información del funcionamiento reproductivo del hato y de los registros productivos y económicos. Dichos registros proporcionan los datos necesarios para comparar periódicamente los indicadores tanto esperados como obtenidos, de acuerdo al sistema de producción empleado. Igualmente, es posible observar alguna tendencia en particular y poder efectuar los cambios necesarios dentro de una UPL (Anta *et al.*, 1989; Rivera *et al.*, 1989). La interpretación de la información permite el diagnóstico de las condiciones en las que se encuentra el hato en cuanto al manejo animal, volumen de producción y sus limitantes, calidad, productividad, niveles de inversión, rentabilidad y competitividad económica dentro de la actividad lechera (Anta *et al.*, 1989; Rivera *et al.*, 1989; Evaristo y Echevarría, 1999; Chagoya *et al.*, 2002).

La valoración de la eficiencia reproductiva se efectúa mediante el análisis de los parámetros reproductivos (PR) a partir del estudio de sus registros individuales y de grupo. Los datos que se consideran necesarios son la fecha del último parto y de partos anteriores, estado reproductivo actual, número y fechas de servicios realizados por vaca y fechas de abortos, retenciones y reabsorciones, entre otros.

Cuando se presentan problemas productivos en una UPL, es probable que sean provocados por ineficiencias en el manejo reproductivo del hato adulto generando, a su vez, una reducción en los beneficios a través del abatimiento en la producción del lácteo, menor disponibilidad de vaquillas de reemplazo y un incremento en los costos por concepto de inseminación artificial (IA) y medicamentos diversos. Así, la eficiencia reproductiva del hato posee una injerencia altamente determinante sobre la productividad y competitividad de una UPL (Echevarría *et al.*, 2001).

La eficiencia reproductiva es la medida comparativa del comportamiento reproductivo de un animal con lo considerado óptimo para su especie; y se evalúa a través de parámetros calculados a partir de registros individuales y de grupo. Su análisis indica la incidencia de problemas reproductivos y su relación con la causa que los provoca. Así, es posible observar una tendencia en un parámetro en particular para efectuar cambios y evitar mayores problemas. En la evaluación de estos parámetros se debe considerar que cada zona o área es distinta en aspectos como sistemas reproductivos, intensidad y tipo de producción, clima, estación y año. De esta forma, se deben de conocer los índices óptimos de la zona de estudio, para obtener un indicador del manejo reproductivo (Anta *et al.*, 1989; Rivera *et al.*, 1989).

En los sistemas de producción intensivos, los animales son sometidos a condiciones diferentes a las naturales, muchas de éstas son necesarias para elevar la producción. Sin embargo, si son proyectadas y desarrolladas incorrectamente, tendrán un efecto negativo en los PR. Una de las herramientas para la planeación es el uso e interpretación de los registros reproductivos y productivos. Estos deben proporcionar la información necesaria para comparar periódicamente los indicadores obtenidos y esperados de acuerdo al sistema utilizado, considerando que la reproducción es un factor importante para determinar la eficacia de la producción animal. La forma más sencilla de evaluar lo anterior es comparando los PR en la UPL con los estándares de la especie y raza de que se trate conforme a las condiciones climáticas existentes (Echevarria *et al.*, 2001).

Delimitación del problema. Desde finales de la década de los cincuenta, la actividad pecuaria nacional enfrenta graves problemas de índole financiero, tecnológico y productivo que le han impedido capitalizar y ampliar sus actividades dentro del proceso de globalización actual. Para atenuar dicha situación es de vital importancia incrementar la productividad y rentabilidad mediante el mejoramiento animal y la utilización de nuevas tecnologías.

En el caso particular de las UPL, es trascendental el manejo integral de la salud animal tomando en consideración diversos factores como el aspecto reproductivo del hato adulto que tiene una influencia directa sobre la productividad de los establos. El análisis de aquellas variables que alteran el desempeño reproductivo permite la obtención de indicadores en cuanto a las condiciones del hato y proporciona la información necesaria para la solución de problemas en el mismo. De esta forma, se puede establecer si existen pérdidas en la producción, productividad y rentabilidad económica.

Así, para realizar una evaluación de las UPL, se requiere de un análisis del funcionamiento reproductivo, productivo y económico. Esto permite una comparación periódica y la interpretación de la información genera un diagnóstico de las condiciones en la que se encuentra el hato en cuanto al manejo animal, volumen de producción, calidad, productividad, niveles de inversión y rentabilidad económica.

Problema de investigación. El manejo reproductivo y su influencia en la productividad y rentabilidad económica determinan la situación de una UPL. Sin embargo, no existe una evaluación de la correlación específica entre dichos factores dentro de los hatos lecheros que conforman el Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca, S. A. (CAITSA).

Pregunta de investigación. ¿Cuál es la influencia de los PR en las UPL que integran al CAITSA sobre la productividad y rentabilidad económica? Es decir, ¿existe una asociación positiva entre los PR y los índices económicos (IE) en las UPL del CAITSA?

Justificación. Las condiciones en las que se desarrollan los hatos lecheros determinan el comportamiento de los PR e IE. Sin embargo, no existe la información suficiente que vincule la relación existente entre dichos parámetros en las UPL que integran al CAITSA. Con base a esto, se realizó un diagnóstico de los PR y su relación con la productividad y rentabilidad económica de dichos hatos.

Objetivos.

- Evaluar y diagnosticar el vínculo existente entre los PR con los IE en las UPL que integran al CAITSA.
- Obtener los PR (servicios por concepción, intervalo parto al primer servicio, días abiertos e intervalo entre partos) y las fallas reproductivas (reabsorciones embrionarias, incidencia de abortos, nacidos muertos y momificaciones) de acuerdo a los registros llevados en cada UPL.
- Comparar los PR con los valores considerados como óptimos (fisiológicos) y zootécnicos (prácticos), así como los eventos de falla reproductiva con los porcentajes máximos permitidos en un ható.
- Identificar los problemas en el manejo reproductivo animal (nutrición, sanidad, salud reproductiva, detección de celos, inseminación artificial e instalaciones) en cada UPL.
- Obtener los IE: Costos fijos totales, costos variables totales, costos totales, costo de producción por litro, ingresos brutos totales, utilidad neta por litro, utilidad económica mensual, utilidad económica por vaca, rentabilidad, productividad por vaca y la relación beneficio-costo.
- Correlacionar los PR y los eventos de falla reproductiva con los IE obtenidos.

Hipótesis. Las unidades de producción láctea del CAITSA que poseen los mejores parámetros reproductivos también presentan el mejor desempeño económico. Es decir, el adecuado manejo animal, expresado en los parámetros reproductivos, tienen una asociación positiva con la rentabilidad económica en las UPL que integran al CAITSA.

Metas. Evaluación de algunas variables reproductivas, productivas y económicas para la comparación de los indicadores obtenidos con los esperados, de acuerdo al sistema de producción, raza y estándares manejados en el CAITSA, considerando a la reproducción como un factor determinante de la eficacia en la producción animal. En concordancia con lo anterior, el presente trabajo analiza los factores que repercuten en el proceso reproductivo del ganado Holstein-Friesian (H-F) con su implicación sobre la productividad y rentabilidad económica en las UPL que conforman al CAITSA.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. PARÁMETROS REPRODUCTIVOS

En cualquier tipo de unidad productiva bovina, es de vital importancia mantener un manejo reproductivo eficiente con el objetivo de mantener la rentabilidad de las mismas. Para evaluar el comportamiento y la eficiencia reproductiva, así como la condición general de un hato adulto, existen diversos parámetros que pueden ser utilizados (cuadro 2). No obstante, deben ser considerados con reserva ya que tales valores tienen fluctuaciones importantes cuando los animales se encuentran bajo diferentes condiciones climáticas, geográficas, genéticas, de alojamiento y manejo; a pesar de esto, pueden ser empleados como orientación práctica (Xolalpa *et al.*, 2003b).

Los parámetros reproductivos (PR) que pueden ser más relevantes, tanto por la facilidad en su cálculo como por la disponibilidad de datos en los registros de la gran mayoría de las UPL, incluyen los servicios por concepción, intervalo parto al primer servicio, días abiertos e intervalo entre partos. En el caso de los eventos de falla reproductiva se consideran las reabsorciones embrionarias (RE), incidencia de abortos, porcentaje de nacidos muertos y ocurrencia de momificaciones (Cervantes y Ortega, 1990; Gasque, 1994; Xolalpa *et al.*, 2003b).

Existen diferentes criterios y estimaciones de los valores que deben ser considerados como indicativos de la salud reproductiva de un hato: el valor ideal o fisiológico, óptimo o práctico y el normal o zootécnico. En este caso, es importante mencionar que los valores que pueden reflejar fielmente el estado reproductivo del hato son el óptimo y el zootécnico (Cervantes y Ortega, 1990).

Para la valoración de los PR en un hato se requiere del análisis de los registros individuales y de grupo. Los datos que se consideran necesarios son la fecha del último parto y de partos anteriores, estado reproductivo actual, número y fechas de los servicios realizados por vaca; así como fechas de abortos, retenciones, RE, nacidos muertos, entre otros (Cervantes y Ortega, 1990; Gasque, 1994; Contreras, 2005).

Servicios por concepción (SxC). Parámetro que indica el promedio de dosis de semen o número de servicios requeridos para que una vaca quede gestante. No se consideran los servicios en animales que van a ser eliminados en la actual lactancia, ni de las repetidoras y sin diagnóstico de gestación. Se considera un valor fisiológico de 1.0, el práctico de 1.5 y un resultado zootécnico es hasta 2 servicios promedio por concepción. Este parámetro está afectado por factores como la fertilidad de la vaca, calidad y descongelado del semen, detección del celo, destreza del inseminador e intervalo parto primer servicio.

Intervalo parto al primer servicio (P1erS). Es el promedio de días que transcurren entre el parto y el primer servicio no antes de los 40-45 días y menor a los 90 días post-parto. No se considera si existe o no la gestación. El valor fisiológico se considera en 70, el práctico de 75 y un resultado zootécnico es hasta 80 días. Este parámetro está influenciado por la función ovárica postparto, la eficiencia en la detección de celos y el tiempo para el servicio.

Cuadro 2. Parámetros reproductivos en bovinos y sus respectivos promedios a nivel nacional bajo diferentes condiciones climáticas y de producción (Anta *et al.*, 1989).

Parámetros	Promedios
Peso y edad a la pubertad	Hembras de 250 a 280 Kg (8 a 10 meses). Machos: 12 a 14 meses. Edad óptima reproducción hembras: 12 a 15 meses.
Peso y edad a la cubrición	330 a 350 Kg – 13 a 15 meses
Peso y edad al primer parto	450 a 500 Kg – 22 a 24 meses
Edad al primer servicio	12 – 15 meses (13)
Intervalo entre partos	12 – 13 meses
Días abiertos	90 – 120 días
Primer estro post-parto	30 – 40 días
Duración de la gestación (días)	270-292 días (280)
Servicios por concepción	1.3 – 1.8
Concepción al primer servicio	60%
Duración del periodo seco	45 a 60 días
Días de lactancia	305 días
Peso y edad al destete	80 Kg – 3 meses
Distocias	2 – 4 %
Retención placentaria	5-10 % (parto normal)
Anestro	5 – 10%
Repetidoras	8 – 10%
Abortos	1 – 4%
Desechos anuales	20 %
Porcentaje de vacas secas	19 %
Número de no servidas después de 80 días post-parto	9
Mortandad hasta el destete	5%
Número de partos (vida productiva)	3 – 4
Vacas gestantes	< 50%
Metritis	5 – 10%
Quistes foliculares	5 – 10%
Anestros después de 60 días post-parto	2 – 5%
Reemplazos	20%
Peso del macho al nacimiento	38 a 45 Kg
Peso de la hembra al nacimiento	33 a 40 Kg
Peso del macho adulto	800 a 1200 Kg
Peso de la hembra adulta	600 a 650 Kg
Tasa de natalidad	Superior a 70%

Días abiertos (DA). Corresponden al número de días promedio entre el último parto y la fecha del servicio fértil. Este período corresponde a todos aquellos días del año en que una vaca no se encuentra lactando o gestando. Se considera un valor fisiológico de 85, el práctico de 90 y el zootécnico de 100 días. La duración de este parámetro está afectado principalmente por la reanudación de la actividad sexual cíclica post-parto, fertilidad de la vaca, calidad y descongelado del semen, detección del celo, destreza y técnica de inseminación y el período de pausa fijado para efectuar el primer servicio post-parto.

Intervalo entre partos (IEP). Se refiere al período de tiempo que transcurre entre dos partos consecutivos. El valor fisiológico considerado es de 12 meses (365 días), el práctico de 12.5 meses (380 días) y el zootécnico de hasta 13 meses (395 días en promedio). La duración del IEP está influenciado por la detección de celos (DC), duración de la gestación, inicio del ciclo estral post-parto, período de espera voluntario (PEV) y por todos los parámetros anteriormente mencionados.

Existen diversos PR de bovinos evaluados bajo diferentes condiciones climáticas y de producción, tanto en términos nacionales como internacionales. Estos parámetros se usan generalmente para evaluar el comportamiento reproductivo de un hato (cuadro 3).

Cuadro 3. Parámetros reproductivos de bovinos bajo diferentes condiciones climáticas y de utilización (nacionales e internacionales).

Parámetro	Nacional	Autor	Internacional	Autor
SxC				
	1.8-2.0	Anta <i>et al.</i> , 1989.	1.53	Panaitova y Gadzheu, 1998.
	1.9-2.3	Rivera,1989 ¹ .	1.56	Kadarmideen <i>et al.</i> , 2000.
	1.8 +/- 0.5	Anta <i>et al.</i> , 1989 ² .	2.3	Patel <i>et al.</i> , 1999.
	2.1 +/- 0.5	Anta <i>et al.</i> , 1989.		
P1erS (días)				
	75	Rivera,1989.	65 - 69	Esslemont y Kossabati, 2000. Panaitova y Gadzheu, 1998.
	76.5 +/- 14.8	Anta <i>et al.</i> , 1989.	80	Reksen <i>et al.</i> , 1999. Pryce <i>et al.</i> , 2000.
	56.4-85.4	Rivera,1989.		
DA				
	90 a 110	Anta <i>et al.</i> , 1989.	80 - 85	Kadarmideen <i>et al.</i> , 2000.
	125	Rivera,1989.	110 - 120	Reksen <i>et al.</i> , 1999.
	115	Rivera,1989.		
IEP (meses)				
	12.2 a 12.8	Anta <i>et al.</i> , 1989.	12 (365 días)	Kadarmideen <i>et al.</i> , 2000. Pryce <i>et al.</i> , 2000.
	13 en primerizas	Rivera,1989.	13 (395 días)	Kadarmideen <i>et al.</i> , 2000.
	12 en vacas	Rivera,1989.	12.5 (380 días)	Reksen <i>et al.</i> , 1999.
	12 a 13	Rivera,1989.		
	13	Anta <i>et al.</i> , 1989.		
	15	Rivera,1989.		
	12.71-13.77	Rivera,1989.		
Abortos (%)				
	4	Anta <i>et al.</i> , 1989.	3 - 5	Reksen <i>et al.</i> , 1999.
	< 15	Rivera,1989.		
Muerte embrionaria (%)				
	4	Anta <i>et al.</i> , 1989.	5 - 10	Reksen <i>et al.</i> , 1999.
	< 10	Rivera,1989.		

¹ Promedio de los PR de bovinos lecheros en climas diferentes de México.

² PR en el trópico y el altiplano mexicano.

En el cuadro 4 se exhiben algunos PR considerados como fisiológicos, prácticos y zootécnicos, estos valores son un promedio de acuerdo al comportamiento en general del ganado H-F bajo utilización intensiva (Anta *et al.*, 1989; Cervantes y Ortega, 1990).

Cuadro 4. Parámetros reproductivos fisiológicos, prácticos y zootécnicos para bovinos lecheros.

Parámetro	Ideal (fisiológico)	Óptimo (práctico) o máximo aceptado	Normal (zootécnico)
SxC (días)	1.0	1.5	2.0
P1erS (días)	70	75	80
DA (días)	85	90	100
IEP (meses)	12	12.5	13
Reabsorciones embrionarias (%)	-----	10	-----
Incidencia de abortos (%)	-----	5	-----
Nacidos muertos (%)	-----	5	-----
Momificaciones (%)	-----	5	-----

2.2. FACTORES QUE AFECTAN LOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS

Nutrición. Un adecuado estado nutritivo de los animales es importante para mantener un alto grado de rendimiento reproductivo. La energía, proteínas, minerales, vitaminas y agua son requeridos para una reproducción normal y otros procesos corporales como el mantenimiento, crecimiento y producción de leche (cuadro 5). El estado nutricional está determinado por la cantidad y balance de nutrientes necesarios que tienen un impacto en la habilidad para concebir, crecimiento normal del feto y la parición sin complicaciones. Tanto la deficiencia como el exceso en la nutrición inhiben el desarrollo sexual y retrasan el inicio de la madurez. En la desnutrición disminuyen las secreciones de esteroides y se provoca atrofia del tracto reproductor, particularmente de los ovarios que desarrollan pocos o ningún folículo; esto provoca anestros y alteraciones del ciclo estral. La hipernutrición debilita los signos de celo y disminuye la tasa de concepción. En cuanto a la energía, provoca bajo peso del ternero al nacimiento así como falta de desarrollo y lento crecimiento (O'Callaghan *et al.*, 2000).

Proteína. El efecto de este nutriente sobre la reproducción bovina es muy complejo, generalmente las cantidades inadecuadas reducen la producción láctea y el desempeño reproductivo debido al abatimiento en la concentración de hormonas sexuales. El exceso está asociado con una fertilidad más alta pero puede provocar altos niveles de urea sanguínea con efectos tóxicos sobre espermatozoides, óvulos y el embrión en desarrollo; así

como un balance hormonal alterado con niveles de progesterona bajos y, al inicio de la lactancia, puede acentuar el balance de energía negativo y demorar el funcionamiento normal del ovario (O'Callaghan *et al.*, 2000).

La alimentación con proteína y urea (inicio de la lactancia con 16% y al final con 12% de proteína) pueden mejorar la fertilidad. Estos porcentajes permiten el desarrollo normal de los órganos sexuales y el comienzo de la pubertad. La deficiencia provoca disminución del peso ovárico, alteraciones del ciclo estral, bajo peso del recién nacido y lento crecimiento. Las deficiencias severas abaten la inmunidad debido a bajas concentraciones de inmunoglobulinas en el calostro (O'Callaghan *et al.*, 2000).

Acidos grasos esenciales. La carencia repercute en las gónadas y la función sexual; se presentan alteraciones histológicas, con degeneración ovárica; la ovulación es inhibida y el estro desaparece (Mendoza y Ricalde, 1994).

Vitaminas. Las vitaminas hidrosolubles (C y nueve del complejo B) y liposolubles (provitamina A o β -caroteno, vitaminas D₂, D₃, E y K) son esenciales en pequeñas cantidades para el mantenimiento de la salud y el desarrollo normal de los procesos fisiológicos. Debido a que los microorganismos ruminales sintetizan las vitaminas del complejo B, C y K, no existe la necesidad de suplementar estas sustancias en la dieta de los bovinos. En cambio, la carencia de vitamina A aumenta las concentraciones de GTH, inhibe la función normal de los órganos sexuales, provoca regresión irregular de los cuerpos lúteos y folículos atrésicos generando anestros, problemas de concepción y esterilidad, períodos de gestación cortos y abortos en casos severos; nacimiento de terneros débiles, ciegos o sin coordinación y diarrea blanca (O'Callaghan *et al.*, 2000).

La disminución de vitamina D reduce la fertilidad y aumenta el nacimiento de terneros con raquitismo (raro). La falta de riboflavina durante la gestación origina crías anormales por lesiones cerebrales fetales. Una deficiencia de ácido pantoténico, que forma parte de la coenzima A, origina atrofia ovárica, bajo porcentaje de concepciones, inhibición del crecimiento uterino y subdesarrollo del sistema nervioso central fetal. La concentración baja de biotina suscita reacciones degenerativas del tracto genital. La falta de piridoxina incrementa las concentraciones de hormona folículo estimulante o FSH (O'Callaghan *et al.*, 2000).

Minerales. Las deficiencias provocan pérdidas económicas y las alteraciones en sus proporciones requeridas modifican los procesos reproductivos. En vacas lactantes, los macrominerales más importantes son el cloruro de sodio (NaCl), calcio (Ca), fósforo (P) y, ocasionalmente, el magnesio (Mg) y azufre (S). La fiebre de leche en los primeros días de la lactancia es provocada por un desequilibrio en el metabolismo del Ca. El P es esencial para el mantenimiento de la fertilidad. Una deficiencia o exceso de Ca o P pueden conducir a hipocalcemia al momento del parto, una relación Ca:P desde 1.5:1 hasta 2.5:1 es la más recomendable. Así, la suplementación mineral en la dieta del ganado lechero debe comprender entre 0.00 y 150 g/vaca/día, estas cantidades ínfimas se incluyen generalmente como un premezclado en los alimentos concentrados (O'Callaghan *et al.*, 2000).

La deficiencia de Ca aumenta la posibilidad de mortalidad prenatal, afecta órganos que tienen función de músculo liso como el útero, rumen y abomaso. Las vacas con hipocalcemia tienden a ser 6.5 veces más propensas a presentar distocias, 3.2 veces más a la retención placentaria y 3.4 veces más en desplazamiento de abomaso. Ocasionalmente es un problema debido a la movilización de Ca y P desde los huesos para el crecimiento fetal (O'Callaghan *et al.*, 2000).

El yodo provoca bocio en terneros recién nacidos. La falta de P puede retrasar la madurez sexual de las novillas por debilitamiento de los signos del celo, disminuir la fertilidad y provocar esterilidad de los animales adultos. El hierro tiene influencia directa sobre problemas de anemia. La deficiencia del cobre disminuye la fertilidad en la vaca y produce terneros débiles con aspecto raquíutico. Las irregularidades en la actividad ovárica y disminución de la fertilidad están asociadas al manganeso. Existe falta de desarrollo, hay degeneración muscular (enfermedad del músculo blanco), parálisis y falla cardíaca por falta de selenio. El exceso de molibdeno disminuye el índice de fertilidad y ante la insuficiencia de selenio hay un aumento en la incidencia de patas débiles, dificultad para incorporarse e imposibilidad para succionar (O'Callaghan *et al.*, 2000).

Cuadro 5. Concentraciones y cantidades (sobre sustancia seca) recomendadas para algunos nutrientes presentes en las raciones para ganado vacuno de leche (O'Callaghan *et al.*, 2000).

Concentraciones en la ración				Cantidades diarias por vaca		
Nutriente	Unidades	Lactación	Seca	Producción		
				45 Kg / día	36 Kg / día	27 Kg / día
Energía	Mcal /cal	1.4 - 1.7	1.2	41 - 45 Mcal	36 - 41 Mcal	33 Mcal
Proteína	%	14 - 18	11 - 12	4.65 Kg	4.06 Kg	3.2 Kg
Calcio	%	0.72 - 0.90	45 - 100 mg	196 mg	174 mg	147 mg
Fósforo	%	0.40 - 0.50	30 - 40 mg	95 mg	85 mg	72 mg
Potasio	%	1.0 - 1.2	0.7	272 mg	241 mg	205 mg
Yodo	ppm	0.6	0.25	-----	-----	-----
Selenio	ppm	0.2	0.2	-----	-----	-----
Vitamina A	UI / Kg	3190 - 3990	3190	107 730 UI	95 760 UI	63 800 UI
Vitamina D	UI / Kg	1000	1200	27 000 UI	24 000 UI	20 000 UI
Vitamina E	UI / Kg	7	7	189 UI	108 UI	140 UI
Sustancia seca	Kg	-----	-----	27	24	20

Balance energético.

Eficiencia reproductiva. Las causas más comunes que afectan la reproducción son la interacción nutricional, los efectos de un alto nivel de proteína y la deficiencia de energía en relación con las necesidades del animal (balance de energía negativo o BEN). Debido a que el balance energético depende tanto de la producción láctea como del consumo de alimento, el BEN se refleja directamente en la condición corporal antes, durante y después del parto (Roche *et al.*, 2000).

Las vacas que experimentan un BEN prolongado presentan un bajo porcentaje de fertilidad y una disminución en la expresión del celo, antes y después de la primera inseminación; esto provoca un incremento en el número de días al primer servicio y en la cantidad de DA. Durante las primeras fases de la lactación, un BEN puede durar de 2-10 semanas debido al sacrificio en las reservas de grasa y la actividad ovárica en beneficio de la producción láctea. Si la pérdida de peso corporal es superior, el BEN es de mayor magnitud, originándose mayores IEP y una disminución en la concepción. Cuando existe mayor BEN se produce más leche que la energía que se consume en la dieta y los animales permanecen durante la fase de anestro post-parto más tiempo que aquellos con balance positivo (Westwood *et al.*, 2002).

Fertilidad. La baja fertilidad es causada por un BEN en relación con las necesidades del animal. Los intervalos de concepción son menores para vacas inseminadas durante un balance negativo (pérdida de peso) comparados con las servidas durante un balance positivo (ganancia de peso). No hay evidencia de que las vacas de alta producción hereden una habilidad reproductiva negativa. Aún así, el BEN tiende a producir una menor fertilidad a pesar de la habilidad de producción láctea (O'Callaghan *et al.*, 2000).

Función ovárica. El balance energético está involucrado en la secreción de hormona luteinizante (LH) que regula el funcionamiento del ovario. Así, se incrementan los quistes ováricos debido a una formación más lenta de folículos durante los primeros días post-parto. Los folículos presentes entre los 90-120 días de lactancia, secretan niveles bajos de estrógenos que producen calores menos manifiestos y niveles máximos de LH de menor magnitud para la ovulación y luteinización de las células del cuerpo lúteo (Westwood *et al.*, 2002; O'Callaghan *et al.*, 2000).

Condición corporal. La condición corporal ideal es una evaluación subjetiva de la cantidad de energía almacenada que debe poseer una vaca y que cambia a lo largo del ciclo de la lactancia. En el comienzo, se presenta un BEN y pérdida de condición corporal por la movilización de reservas. Cada kilogramo de peso corporal movilizado suministra suficiente energía para mantener la producción de siete kilogramos de leche; no debe perderse más de un kilogramo por día. Al final de la lactancia se presenta un balance de energía positivo y una ganancia corporal para reponer las reservas perdidas en el comienzo. La cantidad de reservas tiene influencia en complicaciones antes, durante y después del parto, en la producción láctea y en la eficiencia reproductiva para la próxima lactancia. Así, la condición corporal es usada como indicador del balance de energía en las primeras fases de la lactancia (O'Callaghan *et al.*, 2000).

Los grados de condición corporal pueden usarse para ajustar la alimentación y las prácticas de manejo que mejoran el potencial para la producción y minimizan los desórdenes reproductivos. El objetivo es tener animales en excelente condición al momento del parto: los grados de condición corporal recomendados en los diferentes estadios de lactancia con de 3.0-3.5 al parto, 2.5 al servicio y de 3.0-3.5 en la última fase de lactancia y en el período seco. Estas calificaciones otorgan las suficientes reservas para minimizar el riesgo de complicaciones al parto mientras que maximizan la producción al inicio de la lactancia. A medida que la producción disminuye al final de la lactancia, las vacas ganan peso corporal eficientemente (O'Callaghan *et al.*, 2000).

Las vacas demasiado delgadas reducen su producción por falta de reservas para el inicio de la lactancia, aumenta la incidencia en enfermedades metabólicas (cetosis y desplazamiento del abomaso) y se demora el ciclo estral post-parto. Los animales extremadamente obesos presentan mayores complicaciones al parto (distocias) y una depresión del consumo voluntario de materia seca al comienzo de la lactancia que predispone a un aumento de enfermedades metabólicas (síndrome de la vaca gorda y cetosis) y a la reducción de la producción (O'Callaghan *et al.*, 2000).

Vacunación. La diseminación de enfermedades puede reducirse considerablemente con la aplicación de un estricto programa de higiene y sanidad. La vacunación es una medida vital para la prevención y control de enfermedades, con ella se incrementa la resistencia de los animales al estimular la producción de anticuerpos y la respuesta de inmunidad celular. Existen diversas vacunas para un gran número de enfermedades específicas, sin embargo, la disponibilidad y aplicación dependen de la región o país de que se trate (Bustamente *et al.*, 2000).

Las vacunas son agentes infecciosos o sus productos tóxicos los cuales han sido alterados de tal forma que no puedan causar enfermedades clínicas. Las clases más comunes son las vacunas vivas o modificadas y las muertas. Las primeras contienen al agente que se multiplica en el cuerpo del animal provocando la respuesta inmune con una sola administración y brindando años de protección para una enfermedad en particular. Las vacunas muertas incluyen organismos inviables que no se reproducen, es necesaria la revacunación (refuerzo) a las 2-4 semanas después. Si la vacunación es exitosa, el cuerpo forma células de memoria que facilita la rápida neutralización del agente infeccioso en exposiciones futuras. Un tercer tipo de vacunas se obtiene a partir de algún subproducto del agente infeccioso como las toxinas, que son las responsables de la enfermedad. Con su aplicación se genera la reacción inmune natural contra dicha toxina. Por otro lado, algunas vacunas pueden ser poco seguras o efectivas como las bacterinas empleadas contra *Pasteurella*, *Salmonella*, *Moraxella bovis*, *Rotavirus-Coronavirus* (virus vivo modificado) y contra el toxoide o las bacterinas de *Staphylococcus aureus* (Medina, 1994; Swanson, 2004).

Las vacunas pueden diferir en su capacidad para producir inmunidad específica y las enfermedades varían ampliamente dependiendo de la efectividad de las inoculaciones. La mayoría de las enfermedades emergentes pueden evitarse aunque algunos animales no sean inmunes y permanezcan susceptibles a otras manifestaciones tales como el aborto. La

función inmune también está determinada por los nutrientes en la dieta (proteínas, vitaminas y minerales traza). La deficiencia de alguno de ellos suscita un funcionamiento sub-óptimo de la inmunidad. El estrés también afecta negativamente y puede abatir la eficacia de los programas de vacunación. Para una mayor efectividad, la vacunación debe realizarse cuando los animales mantienen una nutrición adecuada y no estén estresados (Swanson, 2004).

Debido a que la emergencia de las enfermedades infecciosas pueden darse en cualquier momento, la inmunización debe iniciarse desde el nacimiento. Los becerros adquieren inmunidad pasiva al absorber los anticuerpos maternos a través del calostro. Como esta transferencia protege al animal de ciertas infecciones durante sus primeras semanas de vida, es imprescindible el suministro de calostro como una medida preventiva básica. Los anticuerpos derivados del calostro se deterioran gradualmente y se pierden alrededor de los cuatro meses de vida. Sin embargo, este tiempo depende del tipo de agente, título de anticuerpos calostrales al nacimiento, volumen de calostro ingerido y de la eficiencia con la que fueron absorbidos los anticuerpos. Si la vacunación es prematura, los anticuerpos se aglutinan y la respuesta inmune disminuye. Debido a que el declive de la inmunidad pasiva varía entre animales y al tipo de vacunas que haya recibido la madre, se considera que los becerros deben ser vacunados alrededor del sexto mes de vida para fines prácticos (Medina, 1994; Swanson, 2004).

Un programa de vacunación adecuado a un tipo de hato en particular protege contra enfermedades infecciosas, reproductivas y otras a las que puedan ser susceptibles. De esta forma, los animales se mantienen sanos y con un apropiado desempeño de acuerdo a su habilidad genética. La definición de un programa de vacunación debe considerar un balance positivo en cuanto al margen costo-beneficio, es decir, el valor monetario de la vacunación contra la enfermedad deber ser menor al costo de las pérdidas producidas por las mismas (pérdidas promedio durante un período de varios años en un hato, sin vacunar contra esa enfermedad en particular) (Swanson, 2004).

La duración de la inmunidad después de la vacunación depende del agente de causalidad, tipo de vacuna y método de obtención. Las principales enfermedades que tienen incidencia en los hatos bovinos lecheros y las respectivas vacunas empleadas y recomendadas son las siguientes (Medina, 1994; Swanson, 2004):

Rinotraqueítis infecciosa bovina (IBR o HVBI). Enfermedad viral que causa afecciones respiratorias, vulvovaginitis, endometritis necrótica, ooforitis necrosante, infertilidad, muerte embrionaria y abortos. Para una inmunidad permanente, se requiere de una dosis única de virus vivo modificado por vía intramuscular a los seis meses de edad. Sin embargo, en hatos con un gran número de becerras, la vacunación es necesaria antes de los seis meses para evitar cualquier brote. Un programa recomendado es aplicar la vacuna por vía intranasal en animales de una a cuatro semanas de edad, seguido por un refuerzo entre los tres y seis meses por vía intramuscular, para proteger de esta manera a cualquier becerro que no hubiese respondido a la primer vacunación y que subsecuentemente haya perdido la inmunidad pasiva.

Leptospira. Bacteria que provoca abortos tardíos, infección renal y hepática, y hemoglobinuria. Generalmente el uso de bacterinas protege contra la serovariedad específica por un período que varía entre 4-12 meses. A pesar de que las aglutininas solamente pueden ser detectadas después de la vacunación en unos cuantos animales vacunados, los anticuerpos neutralizantes persisten por períodos más largos. Considerando que la inmunidad cruzada entre serovariedades es mínima, la bacterina aplicada debe contener las serovariedades específicas para proveer una protección clínica adecuada. En el estado de Hidalgo, dentro del Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca, las serovariedades contra las que se han determinado anticuerpos son *Hardjo* (70%), *Wolffii* (23%), *Tarassovi* (5%), *Hycetohaemorrhagie* (3%), *Hebdomadis* (3%), *Pomona* (0.7%) y *Pyogenes* (0.6%). Las vacunas comerciales de origen Norteamericano contienen las serovariedades *Canicola*, *Hycetohaemorrhagie*, *Grippotyphosa*, *Hardjo* y *Pomona*, las cuales únicamente confieren protección parcial contra las serovariedades encontradas en México. La vacunación en hatos abiertos debe ser llevada a cabo cada 4-6 meses y en hatos cerrados cada 6-12 meses.

Brucellosis. Enfermedad bacteriana que provoca principalmente abortos y esterilidad en el ganado. Algunas vacunas protegen sólo al 65% de los animales vacunados contra una exposición normal en el ternero. La vacuna contra esta afección no debe ser administrada conjuntamente con vacunas de virus vivo modificado. La prevención incluye el análisis serológico y aislamiento de todos los animales nuevos que entran al hato. La única vacuna aprobada para uso en ganado bovino es la cepa 19, que se emplea para la inmunización de becerras de razas lecheras entre 4-6 meses de edad. En México se ha generalizado el uso de vacunas a dosis reducidas con C-19 en las hembras adultas de ganado bovino, procedimiento desarrollado en 1976 por Nicoletti (Bustamente *et al.*, 2000).

Diarrea viral bovina (DVB). Enfermedad viral que se caracteriza por erosiones del tubo digestivo, desde la boca al ano, así como afecciones respiratorias. Los signos clínicos incluyen una temperatura inicial de 40-41 °C y descarga nasal clara, diarrea, cojera, aborto temprano, defectos congénitos en los terneros y muerte; en casos graves existe diarrea sanguinolenta, anorexia, pérdida de peso y deshidratación. Es una infección persistente en el recién nacido; provocando hiperplasia cerebral, anomalías faciales, opacidad ocular e inmunodepresión. El virus se difunde de un animal a otro por contacto directo. Los animales no deben vacunarse antes de los ocho meses de edad debido a la persistencia de anticuerpos maternos (absorbidos por el calostro).

Otras enfermedades que inciden sobre el ganado bovino son: *Parainfluenza 3 (PI3)*, enfermedad viral que ataca principalmente al tracto respiratorio superior); *Virus sincitial respiratorio bovino* (provoca afecciones respiratorias); *HVB 4 o Movar DN 599* (causa principalmente vulvovaginitis); *Vibriosis* (tiene incidencia sobre muerte embrionaria temprana, infertilidad y abortos); *Tricomonirosis* (suscita muerte embrionaria, infertilidad, aborto y piometra); *Haemophylus* (bacteria causante de padecimientos respiratorios y ocasionalmente del sistema nervioso central, vaginitis, metritis y aborto); *Clamidia* (causa infertilidad y aborto tardío); *Ureaplasma* (origina vaginitis e infertilidad); *Pasteurella* (bacteria que provoca neumonía); *Clostridium* (bacterias causantes de enfermedades agudas); mastitis por coliformes (genera mastitis aguda).

Un programa relevante de vacunación contra los agentes prevaletentes en una determinada región debe ser planeado cuidadosamente con la ayuda de profesionales veterinarios (Swanson, 2004). Un esquema de inmunización que puede ser aplicado en un hato lechero con características particulares se presenta en el cuadro 6.

Cuadro 6. Programa de vacunación en un hato lechero con características particulares (Swanson, 2004).

Edad	Antígenos	Justificación
Al nacimiento	Calostro materno	Transferencia pasiva
4 a 6 semanas	IBR, BRSV, PI3	Prevención de infecciones respiratorias
2 a 10 meses	<i>Brucella</i> (cepa C19 o RB51)	Prevención de aborto y zoonosis
3 a 4 meses	<i>Clostridium</i> spp.	Prevención de septicemias y toxemias
6 a 8 meses	IBR, BVD, BRSV, PI3 y <i>Pasteurella</i> spp.	Control de infecciones respiratorias
12 a 13 meses	IBR, BVD, <i>Leptospira hardjo</i>	Prevención de aborto infeccioso

Parto. Es el proceso fisiológico por el cual el útero grávido expulsa al feto y la placenta del organismo materno. Los elementos que pueden afectar el proceso natural del parto incluyen los factores fetales (peso y tamaño al nacimiento; posición, presentación y actitud) y factores maternos (edad y diámetro pélvico). El parto normal puede dividirse en tres etapas: preparatoria, dilatación, y expulsión fetal y placentaria (secundinas). Las vacas próximas al parto deben alojarse en una maternidad de 3-8 días antes de la fecha esperada. La fase del parto normal termina en menos de una hora; después del rompimiento de las membranas fetales, la vaca puede presentar esfuerzos sin resultados y es necesaria una intervención en el proceso (Hafez, 1996). Existen variadas complicaciones al momento del parto que se encuentran parcialmente relacionadas con desbalances nutricionales (O'Callaghan *et al.*, 2000):

Síndrome de la vaca gorda. Condición resultante del exceso de energía durante la última etapa de lactancia o durante el período seco. Esto conduce a la obesidad, pérdida de apetito y exceso de movilización de reservas corporales en el comienzo de la lactancia.

Hipocalcemia. Provocada por la circulación de Ca desde la sangre a la leche durante los primeros días post-parto. Es causada, en parte, por un exceso de Ca o por desbalance entre el Ca y P en la dieta. Parálisis y muerte se pueden presentar si los animales no son tratados inmediatamente.

Desplazamiento de abomaso. El abomaso se desplaza hacia la derecha o izquierda de su posición normal. La causa principal puede ser un exceso de concentrado en la dieta y la falta de fibra con un incremento de espacio en la cavidad abdominal post-parto.

Cetosis. Enfermedad metabólica por insuficiencia o exceso de reserva corporal al momento del parto, hay pérdida de apetito y tanto la producción láctea como la fertilidad decrecen. Las hembras con hipocalcemia y síndrome de la vaca gorda tienen predisposición a experimentar retención placentaria, metritis, distocia y concepción reducida.

Lactancia. En el inicio, la producción láctea tiene prioridad sobre los nutrientes disponibles. Además de los que se encuentran en la dieta, se tiende a movilizar las reservas corporales (principalmente energía) para mantener la producción. Las vacas no pueden comer lo suficiente durante el comienzo de la lactancia; por lo tanto se encuentran en un estado de deficiencia energética, pierden peso y su habilidad para concebir se encuentra reducida drásticamente. Es solamente en una etapa tardía de la lactancia cuando la energía ingerida se encuentra balanceada con la energía requerida para la producción, cuando la habilidad para iniciar una nueva preñez se incrementa.

Puerperio. Es el tiempo que transcurre entre el parto y el restablecimiento de las condiciones del tracto genital a su estado pregrávido; así como el reinicio de la actividad ovárica en donde los receptores de estrógenos van disminuyendo progresivamente. El proceso se divide en puerperio precoz y tardío. El primero tiene una duración de 2-3 días e incluye la eliminación de las membranas fetales (tercer etapa del parto), cambios estructurales y funcionales (regresión de los ligamentos sacrociáticos y la arteria uterina media cambia a su tamaño original). El puerperio tardío inicia al tercer día post-parto con una duración promedio de 40 días donde existen cambios en el tamaño uterino y se reinicia la actividad cíclica del ovario (Fernández *et al.*, 1994).

Los problemas que pueden presentarse durante el puerperio son los traumáticos o físicos (laceraciones, prolapso y eversión uterina, desplazamiento de abomaso, contusiones del canal del parto), trastornos metabólicos o nutricionales (hipocalcemia, hipomagnesemia, hipofosfatemia, cetosis), infecciosos (metritis séptica, peritonitis, laminitis), síndrome espástico, linfocitoma y síndrome de la vaca caída (Fernández *et al.*, 1994).

Involución uterina. Es uno de los dos procesos principales del puerperio que incluye la regresión del tracto genital a las condiciones normales antes de la gestación. La involución se inicia inmediatamente después del parto y finaliza normalmente entre los 38-47 días. Es mayor el tiempo en multíparas (40-45 días) que en primíparas (34-42 días). La involución aumenta en 3-5 días en vacas con problemas durante el parto. Este proceso presenta tres etapas (Fernández *et al.*, 1994):

Reducción del tamaño uterino. La disminución en longitud y diámetro es rápida en los primeros 4 días post-parto. Se inicia por contracción de las fibras longitudinales y circulares del músculo liso. El cérvix también reduce su tamaño debido a la regresión de tejido muscular. Después del día 10 esta reducción es rápida y se incrementa.

Pérdida de tejido. Se observa una vasoconstricción de los capilares carunculares que necrosan el tejido intercaruncular concluyendo completamente entre 10-12 días. Las carúnculas regresan a su tamaño pregrávido entre 2-3 semanas post-parto. La evacuación de loquios (detritus placentarios formados por tejido de la superficie caruncular y tejido residual) está asociada con el inicio de la actividad ovárica, durante los días 4-9 dicha

evacuación se inicia e incrementa; una parte se elimina y otra se reabsorbe. El volumen de loquios es de 1'400-1'600 ml en las primeras 48 horas, de 500 ml a los ocho días y la descarga después del día 18 es anormal. La coloración es roja-parda hasta el día 9, roja entre los días 10-12 y una coloración amarilla, blanquecina o gris indica la presencia de una infección uterina.

Reparación del endometrio. Inicia inmediatamente después del parto en las áreas sin daño intenso. En la superficie caruncular empieza después del día 8. La reparación total es durante los días 20-30 post-parto, cuando el epitelio del endometrio cubre completamente la superficie caruncular.

Retención placentaria. En el puerperio precoz el problema más frecuente es la retención de membranas fetales, que es una complicación debida a una falla tanto en la separación de las vellosidades de las criptas de la carúncula materna como de las contracciones uterinas. Se considera retención después de 18 horas de finalizada la fase de expulsión del parto y cuando las membranas no han sido expelidas. Esto es predisponente para la metritis y piometra, alterando así el período de involución uterina, fertilidad y comportamiento reproductivo posterior. La incidencia máxima dentro de un hato deber ser del 10% (Fernández *et al.*, 1994).

Dicha complicación puede estar condicionada por diversos factores tales como distocias, partos múltiples, abortos, cesáreas, inducción al parto, edad y número de partos, duración de la gestación (mayores a 285 o menores a 273 días), enfermedades e infecciones bacterianas (hipocalcemia, síndrome de la vaca caída, hidropesía de las membranas fetales, placentitis y brucelosis), estrés térmico (temperaturas altas), nutrición (exceso de condición corporal de 4-4.5, deficiencia de vitaminas A y E, niveles inadecuados de β -caroteno, yodo y selenio, y desequilibrio entre Ca y P), problemas metabólicos (cetosis y fiebre de leche), predisposición genética, estación del año (primavera-verano, relacionado con altas temperaturas y dietas bajas en nutrientes), problemas hormonales (bajos niveles de estrógenos y concentraciones inadecuadas de progesterona), higiene y manejo al parto, entre otros (Fernández *et al.*, 1994).

Metritis. Es la inflamación del tejido uterino íntegro debido generalmente a una invasión de microorganismos, puede diagnosticarse por la presencia de descargas vaginales purulentas. Las distocias o retención placentaria incrementan el riesgo de metritis. La retención placentaria después de 24 horas es la principal causa de alteraciones en la involución uterina y la regresión cervical (Fernández *et al.*, 1994).

Endometritis. Se refiere a la inflamación de la mucosa que reviste al útero. Generalmente ocurre como secuela de una grave metritis post-parto. Los factores determinantes pueden ser la cópula o parto, maniobras terapéuticas o inseminación artificial e irritación por antisépticos muy fuertes para la membrana mucosa uterina (Xolalpa *et al.*, 2003b).

Piometra. Alteración caracterizada por la presencia de infección uterina, acumulación y/o expulsión de detritus purulentos; el cérvix se encuentra cerrado previniendo el drenaje del material infeccioso, además de anestro y la persistencia del cuerpo lúteo. El desarrollo de la piometra es durante los 15-60 días post-parto presentándose después de una distocia,

retención placentaria y/o metritis aguda. El daño causado puede conducir a una esterilidad permanente (Fernández *et al.*, 1994).

Aborto. Se refiere a la expulsión uterina de un feto muerto o vivo (sin probabilidades de sobrevivir) y que no completó el grado de desarrollo necesario para ser viable. Esta interrupción espontánea se presenta en cualquier etapa de la preñez y antes de que llegue normalmente a término entre los 100 y 260 días de gestación. No es una enfermedad específica sino un signo clínico de algunas enfermedades que afectan al feto, placenta y aparato reproductor materno, dando como resultado la afectación de la fertilidad. Estas complicaciones se presentan debido a factores tóxicos, físicos, metabólicos, infecciosos (enfermedades sistémicas), nutricionales, hereditarios y de manejo, los cuales pueden ser indetectables (Xolalpa *et al.*, 2003b).

Aproximadamente el 90% de los abortos son debidos a causas infecciosas como la brucelosis, leptospirosis y tricomoniasis, entre otras. Existen factores predisponentes para que algunos animales reduzcan su resistencia en épocas críticas como son el exceso de calor o frío, falta de pasturas y exceso de lluvias, inadecuado manejo dentro del hato y sobrepoblación. Un método para prevenir abortos es mantener altos niveles de inmunidad por medio del control en los programas de vacunación (Ávila, 1997).

Reabsorción embrionaria. Se refiere a la cantidad disminuida de líquidos fetales durante el período de gestación y el retorno al celo posterior a la confirmación de la gestación, entre los 35 días del último servicio y hasta los 60 días después (Xolalpa *et al.*, 2003b).

Momificaciones. Es la interrupción de la gestación entre los 100 y 260 días, sin expulsión del producto. Con el diagnóstico tocológico (obstétrico) se detecta una masa sólida en el cuerno del útero, rodeada íntimamente por la pared uterina y ausencia total de líquidos fetales. Existen otros eventos considerados como falla reproductiva como el anestro, quistes ováricos, infertilidad (vacas repetidoras), y diversas alteraciones anatómicas como adherencias, tumores y urovagina, entre otras (Xolalpa *et al.*, 2003b).

Detección del celo (DC). El estro (calor o celo) es el período de aceptación para el apareamiento (receptividad sexual) que normalmente se presenta en novillas púberes y en vacas no preñadas. Puede tener una duración de 6-30 horas, el intervalo promedio entre dos estros es de cada 21 días con una variación normal de 15-24 días. La DC requiere de una aguda observación ya que la mayoría de las vacas poseen un patrón de comportamiento que cambia gradualmente desde el comienzo al final del período. El mejor indicador de esta etapa es la presencia de una secreción vaginal transparente y viscosa, vulva inflamada y congestionada de color rosado, y que el animal se mantiene quieto a la monta. Otros signos que ayudan a identificar esta etapa son los balidos semejantes a un macho, nerviosismo, ataque ligero a otros animales, olfateo de la vulva y orina, disminución del apetito y producción láctea, presencia de estiércol en los flancos, heridas y pérdida de pelo en la base de la cola, entre otros (Anta *et al.*, 1989).

La ineficiencia en la DC influye sobre los DA, IEP y días al primer servicio, pero los SxC no varían mucho entre diferentes hatos. Detectar entre el 75-85% de los calores es un buen promedio en general, sin embargo, en la mayoría de los casos sólo se detecta del 45 al 50%

de los mismos; esto es un indicativo de la gran variación en DA entre hatos. Los programas de sincronización permiten que más animales entren en celo al mismo tiempo haciendo que la DC sea más fácil. Esta actividad se realiza en los corrales cuando las vacas se encuentran en los comederos (Anta *et al.*, 1989).

Por otro lado, los programas visuales de DC no identifican a la mayoría de las vacas que expresan calor manifiesto (tiempo promedio de 7-13 horas). Por lo tanto, la identificación con sólo 1-2 períodos por día es poco recomendable y debe ser reforzada con otros métodos; es mejor que las observaciones se realicen cada 6 horas. Debido a lo anterior, el 60% de los celos esperados no son identificados y así, la eficiencia en la DC es del 50% con una tasa de precisión del 80-95%. Las primeras horas de la mañana y el final de la tarde (o combinados) son los períodos en los que los resultados son mejores (Anta *et al.*, 1989; Nebel, 2001).

Debido a los numerosos factores que pueden interactuar con la expresión de los indicadores de comportamiento en el estro, un sistema ideal de DC incluye un monitoreo las 24 horas del día durante todo el año, minimizando la mano de obra y obteniendo un 90% de eficiencia y exactitud. El uso de otros sistemas indica que el promedio en vacas monitoreadas con un sistema bien llevado es cercano al 88%. Se emplean técnicas como el uso de becerras androgenizadas, detectores de presión en la monta, parches y marcadores de cera de colores (marcado en la cola y barbilla) para conocer a las hembras montadas, todo esto en conjunción con las observaciones mencionadas (Nebel, 2001).

Inseminación artificial (IA). Es una técnica o proceso por medio del cual los gametos masculinos son recolectados e introducidos artificialmente en el tracto genital femenino en el momento del celo para la fecundación. La IA es importante para disminuir el riesgo de enfermedades de transmisión sexual como la vibriosis y tricomoniasis, mejoramiento genético, longevidad y rendimiento del ganado, eliminación del costo en sementales y su efecto acumulativo en el tiempo. El número de inseminaciones varía entre hatos y depende de la producción y días en lactancia. Un sistema mixto de IA consiste en el uso de monta natural (20 vacas/toro) si las hembras inseminadas no han quedado preñadas (hasta los 100-120 días en leche). Esto tiene como objetivo el suministrar un mayor volumen y concentración de semen, así como evitar el error humano en el momento de la DC (Silva *et al.*, 1991).

El óvulo es liberado del ovario durante las 10-14 horas posteriores a la finalización del estro y puede sobrevivir infértil por 6-12 horas. En contraste, el espermatozoide puede vivir hasta 24 horas en el aparato reproductivo femenino. De acuerdo a esto, el momento indicado para la IA está circunscrito a un intervalo de 12 horas posteriores a la manifestación del estro. Así, las vacas que son observadas en celo durante la mañana deben inseminarse por la tarde del mismo día, y las que muestran calor por la tarde deben servirse antes de las 12:00 horas del día siguiente (regla de “mañana-tarde”). En el caso de la monta natural, el apareamiento se permite un par de horas después de la aceptación del macho hasta que la vaca rechaza al toro. Si no se respetan estos lapsos, las posibilidades de concepción son muy reducidas ya que el factor importante a considerar es la viabilidad de ambos gametos (Hafez, 1996; Silva *et al.*, 1991).

Detección de la gestación. Se requiere un diagnóstico temprano poco después de la IA para identificar oportunamente a las hembras preñadas y reducir las pérdidas de tiempo en la producción, resultantes de la infecundidad por medio del tratamiento apropiado. Igualmente, la detección es útil para certificar animales con fines de venta o aseguramiento, reducción del desperdicio en programas de reproducción costosos y manejo económico de la producción animal (Hafez, 1996).

Durante la gestación, el producto inhibe la regresión del cuerpo lúteo e impide que la madre retorne al estro sin completar su ciclo. No obstante, este criterio depende de la exactitud en la DC; tanto el anestro como el estro durante la gestación influyen en la confiabilidad del método. La elección depende de la especie, etapa de gestación, costo, exactitud y rapidez del diagnóstico; en tanto que los métodos clínicos dependen de la identificación del producto (feto, membranas y líquidos fetales). Entre ellos se incluyen la exploración rectal, radiografía, ultrasonografía y métodos de laboratorio (Hafez, 1996).

Los métodos de laboratorio se basan en la detección de cambios en los tejidos maternos que rodean al producto o de sustancias procedentes del mismo, y se realizan mediante pruebas inmunológicas en sangre, orina o leche maternas: biopsia vaginal, inmunodiagnóstico (gonadotropina coriónica equina o eCG -PMSG-, gonadotropina coriónica humana o hCG, sulfato de estrona y progesterona). De igual forma, pueden detectarse algunas sustancias asociadas como el factor de preñez temprana o EPF (*early pregnancy factor*), antígenos como el bPSPB (pregnancy-specific protein B) y la somatotropina coriónica (Hafez, 1996).

Instalaciones. Para el ganado lechero bajo crianza intensiva, las instalaciones deben ser funcionales para satisfacer las necesidades de higiene, confort y libertad de movimiento para los animales; además de facilitar el trabajo de los operadores. El objetivo primordial está enfocado a obtener la mayor eficiencia reproductiva y productiva que derive en la recuperación del capital invertido. El diseño de un establo, la determinación del espacio físico requerido y el manejo del hato están influenciados por la estructura del mismo: tamaño de los animales, raza, edad, índices de productividad en cuanto a la fertilidad, IEP, meses de lactación y descanso lactacional (secado) (Ávila y Gutiérrez, 2002).

Las partes comunes en tales sistemas de producción son las zonas de alojamiento, descanso y ejercicio (corrales); sombreaderos, alimentación (comederos, bebederos y saladeros), cubículos de acceso libre (echaderos), zona de ordeño (áreas de recibo, preparación o baño, espera y ordeño), maternidad (parideros y/o salas de trabajo), enfermería, albergue para animales de reemplazo, manejo de estiércol, inspección y manejo general, embarque de animales, almacenamiento; así como el uso de camas (material para cubrir las zonas donde descansan las vacas y que ofrece protección contra el suelo natural) (Ávila y Gutiérrez, 2002).

Las zonas de alojamiento y manejo comprenden los espacios e instalaciones requeridas para concentrar a los animales durante su vida productiva. El tipo de construcción debe facilitar la limpieza, distribución rápida de alimentos, desplazamiento hacia cualquier zona del establo y permitir mantenerlos secos sin un costo adicional. Es importante que la

densidad de la población no exceda de 62 vacas/ha, ya que se deben de considerar todas las diferentes prácticas de manejo en la cadena productiva. La adopción de cualquier modelo de alojamiento depende de factores como las condiciones climáticas predominantes (temperatura, precipitación pluvial, humedad relativa, vientos dominantes), topografía, edafología, área del terreno, disponibilidad y calidad del agua, así como determinantes económicos (Ávila y Gutiérrez, 2002).

2.3. TEORÍA DE COSTOS

Uno de los principales objetivos de una empresa pecuaria debe basarse en el mantenimiento de la rentabilidad por medio del incremento de la eficiencia productiva. Para ello, es necesario implementar un sistema específico para comprobar, inspeccionar y examinar la información que facilite el control eficiente de todos los procesos en función de los objetivos, y corregir cualquier factor para el logro de los mismos. La información financiera y de registros productivos permite llegar a un diagnóstico en cuanto a los volúmenes de producción, limitantes y el establecimiento de los niveles de inversión y rentabilidad (Meléndez y Loza, 2002).

En el caso de las UPL, uno de los elementos principales para evaluar la rentabilidad es el cálculo de los costos de producción. Esto se realiza por lotes para determinar la situación del hato en cuanto a la obtención del lácteo, toma de decisiones y ajustes futuros en la producción y mercadeo. Los costos para elaborar un bien final se refieren a la suma de los valores (mediatos e inmediatos) de los bienes y servicios insumidos en el proceso productivo en un período determinado. Es decir, el desembolso efectuado para producir una unidad o costo de producción por unidad, concepto diferente al de costos totales (Medina, 1994; Velásquez, 1996; Meléndez y Loza, 2002).

Por otro lado, existen diferentes criterios respecto a cuáles insumos valorados en unidades monetarias conforman los costos; ocasionalmente no se incluyen el interés de capital, sueldos y salarios que deben percibir la mano de obra familiar y propietaria del negocio. Sin embargo, es necesario tomar estos dos conceptos como costos que se incluyen con otros para conformar el costo total. En primer término, se consideran costos a todo aquello que se invierte y queda comprendido en el artículo final, y gastos son los desembolsos indirectos que ayudan a la producción y venta del artículo. En otros casos no se considera tal diferencia y los costos son todas las erogaciones realizadas en el proceso productivo y de comercialización. O bien, los costos abarcan los desembolsos efectuados en el proceso de producción y gastos se refieren a las erogaciones que se presentan durante la comercialización (Medina, 1994; Velásquez, 1996). En la teoría de costos se toman en cuenta los conceptos de corto y largo plazo, pues estos se refieren a aspectos de planeación y no a un determinado tiempo. Es decir, se enfocan a la perspectiva en el tiempo en el que se extienden los planes productivos de una empresa (Medina, 1994).

Corto plazo. Es un período muy corto donde la empresa no puede modificar las cantidades usadas de algunos factores productivos (recursos o insumos). En el caso de los recursos fijos en dicho plazo son la superficie donde se asienta la empresa, instalaciones, equipo, pie

de cría y mano de obra fija. En el corto plazo, los recursos se clasifican en fijos y variables (Medina, 1994; Velásquez, 1996; Meléndez y Loza, 2002).

Largo plazo. Es el período suficientemente largo que permite a la empresa variar la cantidad de todos los recursos que se usan en el proceso productivo. Así, todos los insumos son variables, ya que existe el tiempo suficiente para modificar las cantidades de recursos o factores productivos; es decir, se modifica la escala de la empresa como se desee. Los conceptos de corto y largo plazo son la base teórica para explicar los costos fijos y variables (Medina, 1994; Velásquez, 1996; Meléndez y Loza, 2002).

Costos fijos (CF). Los recursos utilizados (alquilados, contratados y comprados) se cuantifican en unidad monetaria y es posible establecer dos categorías de costos en el corto plazo, los fijos y los variables. Así, los costos fijos son aquellos desembolsos que se realizan en forma forzosa y constante, independientemente de la cantidad a producir. Por lo tanto, estos costos se incurren aún en el caso de que los insumos fijos no se utilicen (Medina, 1994; Velásquez, 1996; Meléndez y Loza, 2002).

Costos fijos totales (CFT). Representan la suma de los desembolsos realizados por el uso de factores fijos: depreciaciones de los locales, del equipo, seguros, reparaciones, impuestos sobre la propiedad, intereses, cuotas de luz y agua, sueldos y prestaciones a la mano de obra fija. Estos costos pueden ser clasificados en erogaciones de corto y mediano plazo, donde estas últimas representan las depreciaciones de los bienes (Medina, 1994; Velásquez, 1996; Meléndez y Loza, 2002).

Costos variables (CV). Son erogaciones que se incrementan cuando el nivel productivo aumenta y en las que se mantiene un control en un período determinado, además pueden variar de acuerdo a decisiones administrativas. El incremento no se presenta en forma proporcional al aumentar la producción. De esta forma, y de acuerdo a la teoría de la producción, cuando los rendimientos son crecientes, los CV presentan una tasa decreciente, si los rendimientos disminuyen entonces los CVT tienen una tasa creciente; y cuando los rendimientos son constantes, los CV muestran una tasa constante (Medina, 1994). Este comportamiento sucede cuando los precios de los insumos variables permanecen constantes. El costo de alimentos, mano de obra eventual, medicinas (fármacos y biológicos), papelería, luz (consumo por Kilowatt), agua (consumo por metro cúbico), becerras al destete, combustibles, lubricantes, servicios telefónicos e imprevistos, conforman el conjunto de CV (Medina, 1994; Velásquez, 1996; Meléndez y Loza, 2002).

Costos variables totales (CVT). Resultan de la suma de todos los desembolsos realizados para adquirir el conjunto de recursos variables. Estos costos son nulos cuando la producción es de cero, pero en tanto el nivel de unidades producidas aumenta, estos desembolsos se incrementan (Medina, 1994; Velásquez, 1996; Meléndez y Loza, 2002).

Costos totales (CT). Para los diferentes niveles de producción en una empresa, estos desembolsos representan la suma de los CFT y los CVT. Cuando la producción es igual a cero, los CT son iguales a los CFT. Si se coteja el cálculo de los CT con los ingresos brutos totales, puede conocerse si la empresa se encuentra en la zona de pérdidas, equilibrio o ganancias (Medina, 1994; Velásquez, 1996; Meléndez y Loza, 2002).

Costo de oportunidad o implícito (CO). Un costo implícito más común es el interés de capital, producto de capital propio invertido en locales, equipos, inventarios y terrenos. El CO se entiende como el ingreso que se deja de percibir si el recurso limitante no se aplica en la alternativa más rentable. Para que un recurso tenga CO, éste debe ser limitante y tener un uso alternativo. Para determinar el nivel de la tasa de interés se toman en cuenta los siguientes criterios: a) la oferta y la demanda de capitales existentes en el mercado, b) el riesgo que implica el préstamo, c) la duración del mismo, d) el nivel de inflación. Cuando la rentabilidad de una empresa es superior al CO del dinero, el insumo interés de capital no se debe incluir como componente de costos de producción (Medina, 1994; Velásquez, 1996; Meléndez y Loza, 2002).

Evaluación de los insumos durables o depreciación. En los costos de producción, la presencia de los bienes durables (locales, equipo con y sin motor) está dada por la depreciación. Esta se refiere a la disminución del valor activo fijo por desgaste u obsolescencia técnica. Las depreciaciones deben ser recuperadas por la venta del producto final y para su cálculo se debe distinguir entre el valor a nuevo (precio de los recursos durables depreciables en estado nuevo), el valor residual activo circunstanciado (aquellos bienes que se deprecian y se amortizan, es un valor de un bien en determinado momento de su vida útil) y el valor residual pasivo (valor que se le resta al bien una vez depreciado) (Medina, 1994; Meléndez y Loza, 2002).

Costo de producción por litro (CPL). Es el costo asociado con la producción dividido por el número de unidades producidas o la suma de los CF promedio por litro de leche más los CV promedio en cada litro de leche generada (Medina, 1994).

Ingresos brutos totales (IBT). Son el resultado de la suma de los ingresos obtenidos por la venta de productos que genera la empresa, antes de impuestos e intereses (Medina, 1994).

Utilidad neta por litro de leche (UNL). Es la utilidad obtenida por el precio de venta por litro (antes del pago de impuestos e intereses de capital) menos el valor del costo de producción por litro (Medina, 1994).

Utilidad económica mensual (UEM). Se refiere a la utilidad resultante de multiplicar la UNL por la producción mensual de leche (Medina, 1994).

Utilidad económica por vaca (UEV). Este parámetro se estima dividiendo la UNL o la UE entre el número total de animales en el hato (Medina, 1994).

Rentabilidad. Es la generación de utilidades y su relación con la usada para generarlas, o bien, a la relación existente entre el capital invertido y lo que éste produce de utilidad. La rentabilidad depende de la utilidad en la comercialización y se determina analizando el estado de los resultados, esto se logra relacionando la utilidad neta con el capital invertido. Su valor puede obtenerse dividiendo la utilidad neta entre el capital invertido, después de deducir impuestos e intereses. Algunas de las medidas de rentabilidad son la utilidad neta y las ganancias atribuibles a la empresa (Medina, 1994; Meléndez y Loza, 2002).

Relación beneficio costo (RBC). Esta relación es una medida de flujos descontados debido a que las cifras utilizadas deben ser descontadas previamente, es decir, son montos de dinero que se gastan. Su cálculo consiste en el cociente (o relación) entre los valores actuales de los beneficios obtenidos y los costos que se invierten en la empresa. La ecuación que expresa la RBC es la siguiente (Trueta, 2004):

$$RBC = \frac{\sum_{t=1}^{t=n} \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^{t=n} \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

donde,

- B_t = Beneficio en cada periodo
- C_t = Costo en cada periodo
- t = Número de periodo (1, 2, ..., n)
- i = Tasa de descuento
- n = Número de periodos

El valor de la RBC puede entenderse como un indicador de la rentabilidad de una empresa si se aplica una tasa de descuento previamente seleccionada a los beneficios y costos, se le conoce como un indicador de flujos descontados. Así, una RBC igual a la unidad señala que los beneficios económicos son iguales a los CT. Si estos han sido actualizados utilizando el costo financiero del capital, entonces se tiene una rentabilidad equivalente al mencionado costo. Una RBC de 1.2 indica una rentabilidad de 0.2 unidades, o bien, una rentabilidad de 20% superior al costo del dinero o tasa a la que se descontaron los beneficios y los costos (Trueta, 2004).

2.4. PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Prueba T. Esta prueba es usada para comparar una media observada con un promedio teórico, estableciendo si ambas medias son diferentes estadísticamente. Así, dicha comparación se efectúa por medio del cálculo de la t de Student y presenta la probabilidad de dos colas de la diferencia entre las medias. Esta distribución es simétrica alrededor del cero y se aproxima a la distribución Gaussiana cuando a tiende al infinito; toma un carácter paramétrico a , el cual se refiere a los grados de libertad que deben ser positivos, y la distribución t de Student no-central toma un parámetro extra no-centralizado, b ; donde $0 < p < 1$ (Doménech, 1993; Anderson *et al.*, 1999; SPSS, 2003).

Para comparar una media observada con una media teórica, a partir de la probabilidad de una media se construye la prueba de comparación de una media observada y , con una teórica μ . En el caso de muestras pequeñas ($n \geq 30$), y con la condición de que la distribución de probabilidad de la variable siga en la población una ley normal, la prueba t se efectúa con la comparación con la ley de Student-Fisher (Doménech, 1993):

$$T = \frac{|y - \mu|}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}} \rightarrow t_{n-1; \frac{\alpha}{2}}$$

Dicha prueba está disponible en el software SPSS® para una muestra (probada contra un valor especificado), muestras independientes (diferentes grupos de caso) o muestras pareadas (variables diferentes). La evaluación despliega la *t* de Student, los grados de libertad, las probabilidades de dos colas, media, desviación estándar, error estándar y los incluye para cada grupo o variable (SPSS, 2003).

Coefficiente de variación (CoV). Es una medida descriptiva que indica lo grande que es la desviación estándar en comparación con la media. El porcentaje obtenido indica que la desviación estándar de la muestra es el porcentaje del valor de la media muestral. En general, el CoV es un estadístico útil para comparar la dispersión de conjuntos de datos que tienen distintas desviaciones estándar y diferentes promedios (Anderson *et al.*, 1999):

$$\text{CoV} = (\text{desviación estándar} / \text{media}) * 100$$

Coefficiente de correlación de Pearson. Es una medida de la asociación lineal entre dos variables determinadas. La prueba produce correlaciones momento-producto con niveles de significancia, estadísticas univariadas, covarianzas y desviaciones de productos cruzados; que se basan en una prueba de dos colas. Se asume que los datos siguen un comportamiento determinado por una distribución normal y el nivel de significancia (o valor *p*) es la probabilidad de obtener los resultados en el límite de lo observado (SPSS, 2003).

Los valores de este coeficiente tienen una escala de -1 a +1, donde el signo indica la dirección de la relación y el valor absoluto señala la fuerza de la relación existente entre las dos variables. Un valor cercano a 1.0 indica que las variables están positivamente relacionadas; en cambio, un valor alejado de la unidad señala que no existe una fuerte correlación lineal. En las correlaciones también se presentan los niveles de significancia para cada correlación. Si el nivel es muy pequeño (< 0.05), entonces la correlación es significativa y las dos variables están linealmente relacionadas. Si el nivel es relativamente grande, entonces la correlación no es significativa y las variables no están linealmente relacionadas. La variable N representa el número de casos con valores no perdidos. Incluso si la correlación entre dos variables no es significativa, las variables pueden ser correlacionadas pero la relación no es lineal (SPSS, 2003).

3. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en el Complejo Agro-Industrial de Tizayuca, S.A. (CAITSA), que se localiza el sur del estado de Hidalgo, México. Es una población ganadera localizada a 28-42 Km de la Ciudad de Pachuca y 52-53 Km de la Ciudad de México por la carretera Federal México-Pachuca (INEGI, 2004; INFDM, 2004).

El ganado utilizado en el Complejo es predominantemente de la raza H-F, especializado en la producción intensiva de leche. Todos los establos se asientan en una superficie aproximada de 5'500 m² y cuentan con instalaciones apropiadas a las distintas etapas de producción (anexo I). Actualmente existen 127 establos, 115 de los cuales están en funcionamiento con cantidades que fluctúan entre 19-565 animales en hato. Prevalece una población estimada de 25'414 vacas con una producción en línea promedio de 21 litros y una producción aproximada de 533'000 litros de leche al día. El líquido colectado se envía al centro de acopio perteneciente al CAITSA y después de su análisis, gran parte es vendido a cuatro diferentes empresas transformadoras y a algunas procesadoras locales de productos lácteos (CAITSA, 2004).

Para la obtención del tamaño muestral, marco referencial, y datos reproductivos y productivos, se realizaron visitas regulares al CAITSA durante el período comprendido de enero a diciembre de 2005. Se efectuaron entrevistas y observaciones directas en catorce UPL para determinar el manejo integral de los animales incluyendo la producción láctea, alimentación, sanidad, instalaciones, técnicas reproductivas; así como las diversas actividades dentro de las distintas áreas que integran a los establos.

3.1. OBTENCIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA

Se consideró como población a las 115 UPL que actualmente están en funcionamiento y la muestra se refirió a un subconjunto de establos que conforman a dicha población. Estadísticamente, a partir de los datos de la muestra se obtuvieron estimaciones acerca de las características de la población (inferencia estadística) (Anderson *et al.*, 1999; Berenson y Levine, 2000):

Determinación del grado de confianza. El valor se obtuvo de las tablas de distribución estándar suponiendo que la población se caracteriza por un comportamiento normal. En este caso, se utilizó un nivel de confianza de 95% con un valor de $Z = 1.96$; donde Z representa el promedio de la población.

Error esperado en la población (e). Estimador que considera las posibles variaciones dentro de una población. Tomando en cuenta que existen en funcionamiento 115 UPL (independientemente del número de animales), se ajustó el error estimado en esta población a 10 establos:

$$e = 11.5 \approx 10 \text{ establos}$$

Varianza de la población (σ_x). Valor que supone que seis desviaciones estándar, a partir de la curva estandarizada, abarcan al 100% de la población; y toma en cuenta al rango existente de la misma. En este caso, el rango se calculó excluyendo a los establos vacíos:

$$\sigma_x = \frac{Rango}{6} = \frac{115 - 0}{6} = 19.17$$

Finalmente, el tamaño de muestra se calculó empleando la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z^2 \sigma_x^2}{e^2}$$

donde,

$$\begin{aligned} Z_{0.05} &= 1.96 \\ \sigma_x &= 19.17 \\ e &= 10 \text{ establos} \end{aligned}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 * (19.17)^2}{(10)^2}$$

$$n = \frac{(3.8416) * (367.48)}{100} = \frac{1'411.71}{100} = 14.12 \approx 14$$

$$n = 14 \text{ establos}$$

De esta forma, el tamaño de muestra para la realización del presente trabajo estuvo integrado por 14 unidades de producción láctea.

3.2. ESTRATIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Una vez calculada la cantidad de UPL, se obtuvo, por medio de una secuencia de números aleatorios, los establos que integraron la muestra. Posteriormente se efectuó una estratificación de acuerdo a la cantidad de animales en cada hato. La información se obtuvo a partir del censo poblacional proporcionado por la Asociación de Ganaderos del CAITSA (anexo II).

La estratificación se obtuvo mediante la construcción de una distribución de frecuencias (grupos de establos de acuerdo al número de animales por hato y la cantidad de UPL que se

encuentran en cada grupo). Para ello se construyó una tabla de frecuencias (Ducoing y Lecumberri, 2004):

1. Determinación del valor máximo y mínimo del número de animales en las 14 UPL consideradas; y mediante su diferencia aritmética, se obtuvo el rango (R).

$$\text{Rango} = \text{valor máximo} - \text{valor mínimo}$$

$$R = 465 \text{ vacas} - 150 \text{ vacas} = 315 \text{ vacas}$$

2. Cálculo del número de intervalos de igual longitud. Para obtener el número de intervalos se utiliza la ley de Sturges:

$$K = 1 + 3.322 \log n$$

donde,

K = Número de intervalos
n = Número total de establos

$$K = 1 + 3.322 \log (14) = 1 + 3.322 (1.1461)$$

$$K = 1 + 3.8074 = 4.80 \approx 5$$

3. A pesar de haber obtenido una $K \approx 5$, la cantidad considerada para un adecuado manejo de la información fue $K = 3$. Esta reducción del número de intervalos obedece al hecho de aumentar la representatividad en cada estrato (proporción de UPL por grupo) y obtener un comportamiento global representativo en cada uno de ellos.
4. Determinación de la longitud de los intervalos o frecuencia (F). Se dividió el rango entre el número de clases ya corregido (tres intervalos) para obtener la longitud de clase.

$$\text{Frecuencia (F)} = R / K$$

$$F = 315 / 3 = 105 \approx 100$$

5. El valor de $F = 105$ se ajustó a una frecuencia de 100, esto se hizo para obtener intervalos de clase o longitudes apropiadas a la muestra de animales por UPL.
6. Formación de los intervalos de clase (longitud), para lo cual se determinaron los extremos de cada intervalo (límites de clase). El primer intervalo tiene como límite inferior el número de vacas menor y el límite superior de este intervalo se calcula sumando la longitud de clase al límite inferior; este límite superior del primer intervalo es el límite inferior del segundo. El resto de los intervalos se calculan sumando a cada límite inferior la longitud del intervalo. El último intervalo contiene al número mayor de animales.

$$\text{Longitud}_1 = \text{Valor m\u00ednimo}$$

$$\text{Longitud}_{1+n} = \text{Longitud}_n + F$$

Longitud ₁	=	Valor m\u00ednimo	=	150
Longitud ₂	=	150 + 100	=	250
Longitud ₃	=	250 + 100	=	350
Longitud ₄	=	350 + 100	=	450

7. Determinaci\u00f3n de la frecuencia de cada intervalo, mediante el conteo del n\u00famero de observaciones que se encuentran en los l\u00edmites de los intervalos, a lo cual se le denomina frecuencia absoluta (cuadro 7).

Cuadro 7. Intervalos de frecuencias de las UPL de la muestra.

Intervalos	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
[150 – 250)	4	0.2857
[250 – 350)	6	0.4286
[350 – 450)	4	0.2857
Total	14	1.0000

Finalmente, se estratificaron las UPL de acuerdo a los intervalos calculados y se obtuvo la siguiente distribuci\u00f3n (cuadro 8):

Cuadro 8. UPL que conforman la muestra de estudio.

N\u00famero de UPL	Total de animales	Estrato
001	150	I
002	180	I
003	220	I
004	250	I
005	275	II
006	286	II
007	300	II
008	300	II
009	334	II
010	340	II
011	360	III
012	380	III
013	450	III
014	465	III
14	4'290	-----

De acuerdo a lo anterior, el estrato I (E-I) se conform\u00f3 por cuatro UPL con un intervalo de 150 hasta 250 vacas en el hato. El estrato II (E-II) estuvo integrado por seis establos cuyo n\u00famero de animales fue desde 251 a 350. El estrato III (E-III) incluy\u00f3 a cuatro hatos con un intervalo a partir de 351 animales hasta 450 o m\u00e1s vacas.

3.3. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS

Para calcular los PR se revisaron los registros individuales de todos los animales en las UPL de la muestra. Los datos considerados fueron a partir del primer parto y sus consecutivos, cantidad y fecha de los servicios; así como el número y fecha de los eventos de falla reproductiva. Los padrones tomados en cuenta fueron de los últimos cinco años (a partir de enero de 1999), esto fue sobre la base del promedio de tiempo en que son conservadas tanto las tarjetas de registro como la mayoría de los animales en producción. Es imperante especificar que con excepción del aborto, la incidencia de los demás trastornos reproductivos fueron considerados como alteraciones y desórdenes uterinos en general, esto último para facilitar el análisis ulterior.

Debido a la existencia de diversos criterios y estimaciones de los valores indicativos de la salud reproductiva de un hato, se establecieron dos indicadores para la confrontación de los PR dentro del CAITSA: (i) valor óptimo (fisiológico) y (ii) zootécnico (normal o esperado); ambos para la raza H-F en estabulación. Las cifras para cada PR en particular se obtuvieron mediante la moda estadística de los valores reportados en la literatura, en concordancia con las características prevalecientes en Tizayuca. En el caso de los eventos de falla reproductiva, las cantidades consideradas fueron los porcentajes de incidencia máxima aceptada dentro de un hato.

Es importante señalar que para la evaluación de los PR se buscaron diferentes opciones de software. Sin embargo, ninguno de ellos cumplía con la expectativa que señalan los objetivos del presente trabajo, de tal forma, se prefirió el manejo de los datos en el programa Excel de Microsoft[®]. Los PR y eventos de falla reproductiva calculados fueron:

Servicios por concepción (SxC). Se obtuvieron al considerar la cantidad de servicios recibidos por vaca hasta la conformación de la preñez. Para la confrontación posterior se consideró un valor óptimo de 1.5 y uno zootécnico de 2.0 dosis promedio por concepción.

Intervalo parto al primer servicio (P1erS). El intervalo se calculó al contabilizar el tiempo transcurrido entre el parto y el primer servicio realizado (independientemente de la confirmación de la gestación). El valor óptimo estimado fue 75 y el zootécnico de 80 días.

Días abiertos. Se calcularon al estimar el número de días sucedidos entre el parto y el último servicio fértil. Para la valoración estadística, se tomó un valor óptimo de 90 y uno zootécnico de 100 días.

Intervalo entre partos (IEP). Este valor se logró registrando el tiempo sucedido entre dos partos consecutivos (meses transcurridos entre el último parto y el anterior inmediato). Para la comparación estadística posterior, el valor óptimo considerado fue de 12.5 y el zootécnico de 13 meses.

Reabsorciones embrionarias (RE). La incidencia se obtuvo dividiendo la cantidad de reabsorciones registradas entre el número total de gestaciones confirmadas. Para su comparación se consideró un valor máximo permisible en un hato de 10%.

Abortos (ABT). Se asumió como la interrupción espontánea de la gestación entre los 100 y 260 días con expulsión del producto. El porcentaje se logró mediante el cociente entre los abortos registrados y el número total de gestaciones confirmadas. Para el cotejo posterior se consideró un valor máximo permitido de 5% por hato.

Nacidos muertos (NM). Fueron considerados como la expulsión natural del producto muerto al término normal de la gestación. El valor se obtuvo al dividir el número de mortinatos entre el total de gestaciones confirmadas. La ocurrencia máxima aceptada de 5% por hato se utilizó para la comparación posterior.

Momificaciones (MOM). Se consideraron como la interrupción de la gestación entre los 100 y 260 días, sin expulsión del producto. El porcentaje se logró mediante el cociente de las momificaciones y el total de gestaciones confirmadas. El valor referido para la confrontación fue de 5% como valor máximo permitido en un hato.

3.4. EVALUACIÓN DE LOS ÍNDICES ECONÓMICOS

Se aplicó un cuestionario (anexo III) para obtener información general de las UPL, situación de los establos, instalaciones, condición del ganado, proceso de obtención del lácteo y calidad, asistencia técnica y aspectos financieros-administrativos (anexo IV). Con los datos generados, se calcularon los siguientes índices económicos mensualmente:

Costos fijos (CF). Fueron incluidos los gastos por concepto de agotamiento animal (costo inicial de compra y costo final al rastro), mano de obra (considerando una asignación promedio a la mano de obra familiar), arena para camas, servicios generales al equipo de ordeña, asistencia veterinaria, mantenimiento de instalaciones, pago de impuestos y/o seguro ganadero, gastos financieros (administración y otros), renta del establo (en su caso), cuota a la administración del CAITSA, depreciación del equipo (con motor y sin motor), depreciación de las instalaciones y costo de oportunidad.

Costos fijos totales (CFT). Fueron obtenidos de la sumatoria de los costos fijos anteriores. Las erogaciones en el mediano plazo se representaron por la depreciación de los bienes respectivos.

Costos fijos promedio por litro de leche producida (CFPL). Estos valores resultaron de dividir cada costo fijo entre la producción mensual del lácteo.

Costos fijos promedio totales (CFPT). Esta cifra se obtuvo de la sumatoria de todos los costos fijos promedio anteriores.

Costos variables (CV). Se incluyeron las erogaciones por alimentación, reemplazos, medicamentos en general, servicio telefónico, sanidad, inseminación artificial, mantenimiento de equipo y vehículos, consumo de energía eléctrica, agua potable, gas, productos de limpieza, detergentes y selladores, combustibles y lubricantes, y costo de oportunidad.

Costos variables totales (CVT). Esta cantidad fue el resultado de la adición aritmética de todos los desembolsos efectuados para adquirir el conjunto de recursos variables anteriores.

Costos variables promedio por litro de leche producida (CVPL). Estos valores se generaron del cociente de cada costo variable con la producción mensual de leche.

Costos variables promedio totales (CVPT). Dichas erogaciones se obtuvieron de la sumatoria de todos los costos variables promedio anteriores.

Costos totales (CT). Se consideraron como los egresos mensuales promedio realizados en cada UPL. Fueron obtenidos de la suma de los costos fijos totales con los costos variables totales.

Costo de producción por litro (CPL). Son los costos asociados con la producción divididos entre el número de unidades producidas, o bien, la sumatoria de los costos fijos promedio por litro de leche con los costos variables promedio en cada litro de leche obtenida.

Ingresos brutos totales (IBT). Fueron el resultado de la suma de los ingresos generados por la venta mensual del líquido, becerros, vacas de desecho, sementales y semen sexado, en su caso.

Utilidad neta por litro de leche (UNL). Se calculó restando al precio de venta por litro de leche obtenida el valor del costo de producción por litro.

Utilidad económica mensual (UEM). Fue establecida como el producto obtenido de multiplicar la utilidad neta por litro de leche con la producción mensual de la misma.

Utilidad económica por vaca (UEV). Esta cifra se obtuvo al dividir la utilidad neta o la utilidad económica de la producción láctea entre el número total de animales en el hato.

Producción láctea por vaca por estrato (PLVE). Se estableció como el promedio de producción de leche por vaca en cada uno de los estratos obtenidos.

Relación beneficio-costo (RBC). Para calcular este indicador de rentabilidad se efectuó el cociente entre los ingresos brutos totales y los costos totales. La ecuación empleada es la siguiente (*modificada de Trueta, 2004*):

$$RBC = \frac{IBT}{CT}$$

donde,

IBT = Ingresos brutos totales

CT = Costos totales

3.5. TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Se realizaron tres niveles de evaluación para los parámetros reproductivos y los índices económicos:

Global. Los PR e IE se calcularon tomando en consideración el valor promedio de todas las UPL de la muestra para estimar el comportamiento general del CAITSA.

Estratificada. En concordancia con la estratificación obtenida, se obtuvieron los PR e IE en cada uno de los diferentes grupos. Con este procedimiento se buscó la relación entre el número de animales por estrato y su producción láctea con el comportamiento productivo y reproductivo.

Individual. Esta evaluación se realizó en cada UPL para observar la contribución específica de cada establo en el comportamiento global del CAITSA.

Una vez registrados todos los datos reproductivos y económicos, se capturaron en hojas electrónicas para su ulterior procesamiento. Para el análisis estadístico pertinente se emplearon los programas computacionales Excel de Microsoft® y SPSS®, obteniendo el promedio, desviación estándar, valores mínimo y máximo, coeficiente de variación y prueba T, en su caso.

Prueba T. Para comparar los promedios observados de los PR en cada nivel de evaluación con los promedios teóricos (óptimos y zootécnicos) respectivos, se utilizó la prueba T. De esta forma, pudo establecerse si ambas medias (observadas y teóricas) fueron diferentes estadísticamente.

Coefficiente de correlación de Pearson. Para detectar las asociaciones existentes entre los parámetros reproductivos y los índices económicos, se estableció una matriz de correlación con los promedios encontrados en cada uno de los parámetros. Esta asociación se presentó en una matriz de resultados donde se obtuvieron los coeficientes de correlación de Pearson, los valores de significancia y el número de casos con valores no perdidos.

4. RESULTADOS

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS PRODUCTORES Y SUS HATOS

Esta información se generó a partir del cuestionario aplicado a los propietarios de las UPL que integraron la muestra (anexo III). Los datos se refieren a la situación general de los establos, datos generales, calidad de la leche, tipo y estado de las instalaciones, condición del ganado en alimentación, manejo y reproducción; así como asistencia técnica y aspectos financieros-administrativos.

4.1.1. DATOS GENERALES DE LOS PRODUCTORES

Edad del propietario. Los productores lecheros del CAITSA son individuos maduros con una edad promedio de 53 años, con longevidades que van desde los 38 hasta 69 años. Es importante resaltar que, en la mayoría de los casos, son los hijos de los propietarios quienes están al frente de todas las actividades inherentes a las UPL y fungen como responsables directos del negocio.

Situación familiar. El 90% de los propietarios son casados y viven con sus familias dentro del Complejo (esposa e hijos), quienes viven con otros familiares (padres, hermanos, tíos y primos) representan el 8% y el restante 2% vive solo o únicamente visita en forma periódica los establos.

Formación escolar. Con referencia al nivel de estudios, sólo el 21.4% asegura tener una preparación profesional como medicina veterinaria, administración de empresas e ingenierías, entre otras. En contraste, un 78.6% poseen preparación básica que incluye estudios hasta nivel bachillerato.

Experiencia como productor lechero. Todos los propietarios se dedican exclusivamente a la producción lechera y el 93% pertenece a familias con gran tradición en esta actividad, experiencia que se remonta a la década de los sesenta en el Valle de México (González y Salcedo, 1994). Mientras tanto, el 7% restante son los primeros de la familia en dedicarse a la lechería.

Tiempo de funcionamiento dentro del CAITSA. Tomando en consideración que se inician operaciones entre 1976-1978 bajo la administración gubernamental con el nombre de PRODEL (Programa de Descentralización de las Explotaciones Lecheras del Distrito Federal), el CAITSA cumple 30 años de funcionamiento. De esta forma, los productores tienen un promedio de 23 años perteneciendo al Complejo; es decir, cerca del 80% tiene más de 20 años de experiencia en este lugar. Así, los productores del CAITSA no son aficionados, por el contrario, quieren y conocen el negocio; son individuos especializados y cuentan con la experiencia necesaria para desarrollar su actividad.

Poseción de los establos. El 93% de los ganaderos son dueños de sus UPL y el 7% restante debe pagar una renta para usufructuarlas. Además, varios entrevistados manifestaron poseer

más de un establo dentro y fuera del Complejo, esto a pesar de que el CAITSA permite sólo una familia por cada establo. Dicha situación puede explicar que todos los ganaderos se dediquen exclusivamente a la ganadería lechera.

Administración de las UPL. No se cuenta con una estructura definida en todo el CAITSA y existe una gran diversidad de personal con diferente preparación para efectuar esta actividad. De esta forma, el 21% de las UPL cuentan con personal dedicado exclusivamente a la administración de empresas, el 29% tiene empleados con preparación profesional diversa, un 14% de los establos son administrados por personas con formación técnica (con o sin relación a la administración) y el 36% restante no cursaron estudios superiores.

Productos obtenidos del ganado. De acuerdo a cada productor, además de la leche se consiguen ingresos adicionales por la venta de reemplazos (35% de los ganaderos), becerros (29%), sementales (6%) y semen sexado (6%). El caso extraordinario lo verifica el 24% restante que únicamente genera ingresos por la venta exclusiva del lácteo.

4.1.2. DATOS GENERALES DE LAS UPL

Estructura del hato. Las UPL que integran al CAITSA poseen en promedio 306.43 cabezas por hato, 244.21 vacas en producción, 52.79 hembras secas, 32 becerras y únicamente en dos establos se detectó la presencia de dos sementales en cada uno (cuadro 9). Estas cifras concuerdan con Álvarez (2004) quien señala que en México, el sector lechero tecnificado cuenta con hatos mayores a 300 animales, el semi-tecnificado entre 100-200, de doble propósito con 40-80 vacas y el familiar posee de 5-10 cabezas.

Cuadro 9. Estructura promedio de los hatos en las UPL del CAITSA.

	Promedio (\bar{x})	Desviación estándar (DE)	Valor mínimo	Valor máximo	Intervalo ($\bar{x} \pm DE$)
Animales en el hato	306.43	91.37	150	465	215.06 – 397.80
Animales en línea	244.21	76.18	107	380	168.04 – 320.39
Vacas secas	52.79	30.39	20	130	22.39 – 83.18
Becerras	32.00	12.75	20	50	19.25 – 44.75
Sementales	0.29	0.73	0	2	-0.44 – 1.01

Raza del ganado. El ganado del CAITSA no se conforma exclusivamente de una sola raza. La estirpe prevaleciente con un 58% es la H-F, el 21% es de línea Suiza y/o Jersey, y el resto se compone de animales criollos (4%) y otras razas con sus cruza (17%). En las UPL donde ocasionalmente se usa la monta natural, el 75% son sementales H-F y los demás de distintas líneas. Esta diversidad es provocada principalmente por la poca disponibilidad de vaquillas en el mercado ya que desde el año 2003, está vigente la restricción a la importación de hembras para el reemplazo del ganado lechero (SAGARPA, 2005).

Forma de reposición. Bajo la problemática anterior, el 47% de los ganaderos se abastece de vaquillas nacionales (importadas cuando no existe cierre de fronteras) y el restante 53% aprovecha su propio ganado.

Posesión de los animales. La mayor proporción de los ganaderos, el 79%, tiene bajo su propiedad exclusiva el ganado de sus hatos, mientras que el sobrante 21% afirma tener en sociedad a los animales para su aprovechamiento.

Convenios para la posesión de los animales. En el caso de la posesión en sociedad, el 86% de los productores no cuentan con algún tipo de contrato legal. En cambio, el 14% sólo tienen un convenio verbal.

Alimentación del ganado. Todos los criadores emplean alfalfa fresca y ensilada, alimento concentrado y sales minerales. Para la nutrición de los becerros ocupan calostro, el 86% suministra sustituto de leche y el 64% utiliza iniciador. De acuerdo a la etapa de producción, el 43% emplea silo de maíz, el 25% usa avena y el 14% adiciona vitaminas. Además, el 7% de los propietarios también mezcla en la dieta rastrojo de maíz, maíz rolado, canola y grasa de sobrepaso. De esta forma, se sigue el modelo Holstein para la nutrición de los animales (Cervantes *et al.*, 2001); no obstante, cada propietario establece las dietas de acuerdo a su ponderación, experiencia y asesoría recibida. Esta situación provoca que exista gran diversidad de mezclas, cantidad y calidad de los alimentos.

Origen del forraje. En el 93% de los casos, el forraje es suministrado por proveedores externos al CAITSA y los demás ganaderos recurren al autoabastecimiento. Es relevante mencionar que se tiende a cambiar de proveedores de acuerdo a la disponibilidad del forraje durante el año, variando así tanto el precio como la calidad del mismo.

Asistencia técnica y tipo de asesoría recibida. Todas las UPL cuentan con asesoría técnica en general para la actividad lechera, este servicio es proporcionado por la administración del CAITSA y/o particulares. La cantidad, calidad y periodicidad depende en gran medida del presupuesto, criterio y responsabilidad de cada propietario. El 86% de los establos recibe asesoría en el aspecto reproductivo; en cuestiones clínicas, el 79% de los productores cuentan con este servicio. Para la nutrición e IA, el 57% de los ganaderos reciben asesorías especializadas; y tan sólo el 7% recibe orientación en sistemas de producción lechera y de tipo financiero-administrativo por parte exclusiva del CAITSA.

Métodos utilizados para la reproducción animal. El procedimiento usual en todas las UPL es la IA con semen de importación (81% de los casos) y de origen nacional (19% de los establos). La raza predominante del semen usado es la H-F (82% de las situaciones) y el porcentaje restante es de las líneas Jersey y/o Suiza. Ocasionalmente, sólo el 14% de los productores recurre a la monta natural con sementales H-F (67% de los casos) y de razas varias (33%).

Vacunas aplicadas al ganado. En todas las UPL se lleva un cuadro básico de vacunación en concordancia con el criterio del ganadero, presupuesto y asesoría veterinaria recibida. Se inocula contra la brucelosis (100% de los establos), *Leptospira* (93% de los casos), IBR

(71%), DVB (57%), *Clostridium* (43%) y vacuna polivalente (7%). A su vez, en el 21% de las UPL, se tiene un control básico contra enfermedades como tuberculosis y mastitis.

Desparasitantes aplicados al ganado. Cada UPL tiene diversos métodos para la eliminación de parásitos internos y externos del ganado. Empero, todos los animales son tratados con el desparasitante ivermectina con regímenes variados. Por otro lado, tan sólo el 23% de los ganaderos aplica baños contra las garrapatas, esto a pesar de que el servicio es proporcionado por el CAITSA.

Otros servicios sanitarios. Entre los varios servicios que se ofrecen, el 69% de los ganaderos utilizan la fumigación en general para los establos. En el caso de requerir análisis de laboratorio, sólo el 31% de los propietarios manifestaron utilizar esta opción.

Aprovechamiento de la superficie del establo, instalaciones y equipo. En todas las UPL se utiliza íntegramente la superficie disponible e incluso falta espacio. Este es uno de los principales factores que ha detenido, en la mayoría de los casos, el crecimiento de los hatos. De acuerdo a las necesidades, los propietarios han optado por subarrendar dentro y fuera del CAITSA para la recría y/o establecimiento de nuevos establos; o bien, se han efectuado modificaciones a las instalaciones y adquirido equipo diverso.

De acuerdo con las necesidades de cada UPL, es importante señalar que todas cumplen con las instalaciones necesarias para la actividad lechera. Poseen salas de ordeño, corrales techados, comederos, bebederos, saladeros, área para el manejo de los animales, becerrerías, vado sanitario, bodega de alimentos y oficina. El 93% de los establos cuentan con parideros, área de reposo (enfermería) y almacén de usos múltiples. En contraste, sólo el 36% tienen una sala para bañar al ganado.

En referencia al equipo, todas las UPL tienen ordeñadoras (de distintas características), tanque enfriador (uno o dos de diferente capacidad) y termo para almacenar semen. El 93% de los establos cuentan con planta de energía eléctrica y accesorios para la limpieza y desinfección; del total, el 86% poseen tractores, revolvedoras de alimento, camionetas, automóvil y teléfono. Con relación al servicio de agua potable, el 100% de los hatos cuentan con este servicio; además, un 36% de las construcciones han sufrido alguna modificación.

Mantenimiento de las instalaciones y equipo. Aunque se comparten varias características, existen importantes diferencias en la frecuencia del mantenimiento. Esto está determinado por los criterios en particular de cada propietario. Para las salas de ordeño, el mantenimiento es mensual (50% de las UPL), semanal (25%), diario (17%) y quincenal (8%). Las máquinas de ordeño reciben servicio que incluye cambio de partes averiadas y asesoría técnica en forma semanal y mensual (38% en cada caso), diario (15%) y quincenal (7%). Para los tanques enfriadores, el mantenimiento es diario (54% de los establos) y mensual (46%).

En el caso de los corrales, el mantenimiento es mensual (36% de los establos) y semestral (27%); el restante 37% lo efectúan diaria, semanal, quincenal o trimestralmente. Para las becerrerías, las actividades son mensuales (45%) y diariamente en el 27% de las situaciones;

de forma semanal, trimestral o anual lo hace el 28% de los productores. En referencia a los comederos, bebederos y saladeros, las periodicidades son trimestrales (10%), mensuales (27%), semanales (45%) y diarias (18%). Los parideros reciben mantenimiento mensual (55%), diario (27%), semanal (9%) y semestral (9%). Las actividades respectivas en las salas para bañar al ganado se efectúan mensualmente (60% de las UPL) y de forma diaria o trimestral (20% en cada caso).

El mantenimiento de vehículos (automóviles y camionetas) se efectúa al mes (45%), cada semestre (33%), diario (11%) o cada año (11%). Los tractores pueden recibir un servicio mensual (60%), diario, semanal, bimestral o anual (10% para cada caso). Por otro lado, las bodegas de alimento y de usos múltiples tienen mantenimiento mensual (57% de las UPL), diario, semestral o anualmente en el 14% de los establos, respectivamente.

4.1.3. PRODUCCIÓN LÁCTEA

Número de ordeñas al día. El proceso de ordeña está determinado por diferentes criterios particulares de cada productor, número de animales en producción, capacidad y características de las salas de ordeño, tipo de equipo y volumen del tanque enfriador, cantidad de trabajadores disponibles (Ávila y Gutiérrez, 2002) y por la frecuencia de la colecta. De esta forma, el 71% de los hatos son ordeñados dos ocasiones y el restante 29% es manipulado tres veces al día.

Producción láctea. La producción promedio mensual en el CAITSA es de 173'184 litros (63'212'160 litros/año) con 245 vacas en línea. Es decir, una generación de 5'694 litros al día, con una oscilación entre los 2'700 (con 107 animales productores) y los 8'800 litros (con 380 vacas en línea), y una producción por vaca de 23.37 litros. Por otro lado, la producción mensual en el E-I fue 108'740 litros con 147 vacas, el E-II de 180'685 litros con 260 animales y el E-III de 226'376 litros con 323 vacas en línea.

Diferencias de producción durante el año. En el 79% de las UPL se presentan importantes oscilaciones de producción durante la estación de estiaje, la producción presenta una variación promedio mensual de 619.82 con un valor mínimo de 300 y máximo de 1'000 litros. Sin embargo, el 21% de los ganaderos aseguró no percibir cambios importantes en la generación del lácteo. La época de sequía genera una escasez de forrajes y disminución en su calidad, esto provoca las fluctuaciones en la productividad animal que afecta la cantidad y calidad de la leche obtenida en el CAITSA.

Destino principal de la leche producida. La administración del CAITSA es la responsable de reunir diariamente la producción en toda la cuenca. La leche es captada y mezclada en tanques recolectores que la trasladan al centro de acopio. Después del análisis de calidad, el producto es entregado a cuatro diferentes empresas transformadoras. El 93% de los productores consignan su producto directamente al Complejo y el 7% vende su producción a varias empresas locales dedicadas a la elaboración de quesos y otros productos lácteos.

Pruebas de calidad. En el laboratorio de calidad del CAITSA se efectúan análisis bacteriológicos, fisicoquímicos (grasa, proteína, lactosa, sólidos totales, sólidos no grasos y

acidez), crioscópicos y de conteo celular somático. Así, el 93% de los ganaderos realiza las pruebas anteriores y el 7% no efectúa ningún análisis. De quienes llevan las pruebas, el 85% lo hace en bacteriología, 77% para contenido de grasa, 46% en proteína, 69% para contenido de agua, 38% en acidez y el 54% para conteo celular somático.

Primas y/o penalizaciones por calidad. Las empresas transformadoras son las responsables de aplicar criterios por este concepto. De esta forma, el 71% de los productores reciben este beneficio y el 29% restante afirma no obtener el estímulo correspondiente. Por su parte, el 56% de las primas por calidad se obtienen por la cantidad de grasa y el 44% recibe penalizaciones por el contenido de células somáticas. Empero, los ganaderos no reciben directamente los pagos, siendo la gerencia del CAITSA la que decide como administrarlos.

Comprador principal. El 93% de los ganaderos tiene un único comprador para su producto y el 7% restante comercializa con varios de ellos. Un gran porcentaje (93%) aseguró tener contratos suscritos con el comprador y el restante 7% realizó un arreglo de tipo verbal.

Condiciones impuestas por el comprador. Todos los ganaderos afirmaron tener condicionamientos del comprador para la producción del lácteo: el 13% recibe instrucciones para la alimentación, el 72% tiene directrices para el proceso de obtención del producto y el 15% tiene delimitaciones para el almacenamiento de los alimentos.

Precio pagado por litro de leche. Al cumplirse los requisitos anteriores, la cantidad promedio recibida es de \$3.69 por litro del lácteo; estos pagos se efectúan de acuerdo con las variaciones a través del año y a las primas y/o penalizaciones recibidas por calidad, en su caso. El precio más alto reportado es por un 7% de los productores que venden exclusivamente a una empresa local quesera (cuadro 10).

Cuadro 10. Precio pagado por litro de leche en el CAITSA.

Promedio (\bar{x})	DE	Valor mínimo	Valor máximo	Intervalo ($\bar{x} \pm DE$)
\$3.69	\$0.1215	\$3.57	\$4.00	\$3.5664 – \$3.8093

Dinámica de pago. El 7% de los ganaderos recibe efectivo, un 73% de ellos obtiene un depósito bancario y el 20% restante recibe su retribución por cheque. Independientemente de la forma de pago, el 86% de los productores lo recibe semanalmente; con una frecuencia mensual y diaria se encuentra un 7% de los ganaderos, respectivamente.

4.1.4. MANEJO ZOOTÉCNICO

Frecuencia para el baño del ganado. Esta actividad se realiza diaria, quincenal o mensualmente en el 10% de las UPL, respectivamente. La frecuencia más común es el baño semestral (40% de los casos) y en el 30% de los establos no se baña al ganado.

Prácticas de limpieza y desinfección en la ordeña. Aunque es conocido el proceso básico para la ordeña, son pocas las UPL donde se siguen las directrices debido al desinterés de los trabajadores y al aumento progresivo de los costos de los insumos requeridos. Así, existen variaciones importantes en tales prácticas: todos usan sellados para las ubres, el 93% emplea presello y un 86% hace limpieza general en las salas. Tan sólo el 36% emplea yodo para la desinfección en general y desinfección-despunte de las ubres, el 22% usa detergentes ácidos y básicos.

Métodos para la desinfección de ubres y tetas. En el 57% de los casos se realiza una limpieza general de las ubres, 29% de los ordeñadores utiliza detergentes ácidos y solamente el 14% emplea agua a 40°C para la limpieza.

Uso de equipo para la ordeña. A pesar de conocer el procedimiento y equipo necesario para una extracción higiénica, la mayor parte del personal no lo realiza completamente. Sólo las botas de hule son usadas por todos los trabajadores, el 43% de ellos emplean guantes y mandiles, 36% recurre a los overoles y el 14% al lavado de manos. En menor proporción (7%) se usan tanto mascarillas como equipo diverso, respectivamente.

Mantenimiento al equipo de ordeña. El 61% de las UPL cuentan con mantenimiento y asesoría técnica y 39% recibe mantenimiento en general. En la mitad de los establos la frecuencia es semestral, mensual para el 40% y semanalmente en un 10%. La actividad incluye revisión general, cambio de partes averiadas y asesoría técnica especializada.

Mantenimiento de superficies (paredes y pisos). La limpieza y desinfección dependen del criterio personal de cada ganadero. El 12% de ellos las efectúa mensual y diariamente, semanal o semestral lo hace el 29%, respectivamente. Para esta actividad, el 93% de las UPL emplea detergentes ácidos, 86% usa detergentes alcalinos y cloro. En contraste, el 20% recurre al yodo, 11% utiliza detergentes en general y 8% maneja formol.

Incidencia de mastitis. En el 70% de los establos se admite tener esta afección y el porcentaje restante declara que no se presenta el problema en sus animales. Sin embargo, en el CAITSA existe un programa permanente para el control de la mastitis, esto es debido a que el padecimiento se presenta en forma clínica y subclínica en todas las UPL. Sus manifestaciones varían de acuerdo a la época del año y al manejo animal en cada establo.

Diagnóstico y control de la mastitis. El diagnóstico se realiza mediante la prueba de California en el 64% de los hatos, seguida por la de Wisconsin y anillo de Bang para el 18% de las UPL, respectivamente. Los métodos empleados para el control incluyen la aplicación exclusiva de antibióticos (67% de los establos); antibióticos y desinfección de las instalaciones (17%) y los demás propietarios incluyen antibióticos, limpieza y desinfección en general de sus establos.

Medidas de higiene post-parto. Las prácticas más recurrentes en el 23% de los establos son el aislamiento de las hembras recién paridas en corrales exclusivos, alimentación especial con mayor proporción de proteína y descanso en camas limpias (17%) y, la higienización

de madre y cría con la desinfección umbilical de ésta última (13%). Contrariamente, en el 17% de las UPL no existe ninguna medida en especial posterior al parto.

Otras prácticas de manejo animal. De acuerdo al criterio de cada productor, el manejo animal está basado en la experiencia personal y en las recomendaciones veterinarias respectivas. La detección de celos, sincronización de hembras, IA, detección de la gestación, manejo de enfermedades y otras prácticas reproductivas tienen profundas variantes entre establos.

4.1.5. ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LAS UPL

Principales elementos que integran los costos de producción. El 32% de los ganaderos afirmó que la alimentación es el principal desembolso, en segundo lugar se ubican el pago de la mano de obra (27%), seguido de la compra de medicamentos (20%), mantenimiento de instalaciones y equipo (11%), gastos administrativos (7%) y reposición de ganado (3% de las UPL).

Aumento en los costos de producción. Para el 31% de los entrevistados, los costos corrientes de producción se han incrementado en más de 60% durante el último lustro. Un porcentaje similar consideró un aumento de 31-40%, un menor número (15%) expresó que la crecida fue de 21-30%, una igual proporción mencionó un aumento de 10-20% y para el 7% de los ganaderos, el aumento en los costos fue menor al 10%.

Variaciones en el precio de venta. El 67% de los ganaderos aseguró que hubo ligeros incrementos durante los últimos cinco años. La cantidad restante advirtió sensibles decrementos. Así, de los que manifestaron aumentos en los precios, el 73% considera que han sido menores al 10%, un 19% afirma que los incrementos van de 10-20%, y una menor cantidad de propietarios (9%) consideran un ascenso en más del 20%.

Criterios para la asignación de sueldos. Imperan diferentes formas para determinar la contraprestación de la mano de obra. El 50% de los patrones se guían por su propia experiencia, el 33% asignan salarios en relación con el mercado laboral existente en el CAITSA. En el 8% de los casos la paga está determinada por los niveles de producción láctea y por el tamaño del hato, en otro 8%.

Prestaciones a los trabajadores. Este punto tuvo divergencias de acuerdo al criterio de cada ganadero. El 55% de los patrones inscriben a los trabajadores en el Seguro Social, un 13% otorga aguinaldos, 14% realiza préstamos en efectivo, el 9% concede seguro médico y familiar, el 4% organiza cajas de ahorro y el restante 5% no ofrece ningún tipo de prestación.

Programas de capacitación. La totalidad de las UPL cuentan con orientación en ordeña, IA, zootecnia, genética y administración. Sin embargo, no reciben la misma capacitación en cantidad, calidad y frecuencia. El 14% de los establos tienen adiestramiento en ordeña y zootecnia y el 86% no lo recibe. Tan sólo el 21% cuenta con instrucción en alimentación y el 15% en IA.

Uso de software. La utilización de esta herramienta no está muy difundida dentro del CAITSA, incluso el 50% de las UPL no poseen computadoras. Del software existente, el 50% es para evaluar aspectos reproductivos, 37% se usa para evaluar la producción láctea y el porcentaje restante es para el control de inventarios. En cuanto al conocimiento y manejo de los PR, únicamente el 36% de los ganaderos emplea estas cuantificaciones y el 64% afirma que aunque sabe de ellos, no los aplican por considerarlos poco eficientes.

Forma en que se cubren las inversiones. En el 60% de los establos, las inversiones se satisfacen con dinero propio, 35% se cubren con crédito (bancario, estatal y/o federal) y con las utilidades provenientes de sus UPL; únicamente el 5% de los ganaderos solventan las inversiones exclusivamente con las utilidades. De acuerdo a esta situación, 31% de los propietarios se encuentran bajo crédito bancario, 69% afirma no tener deudas crediticias ni de otra índole. De quienes están bajo crédito, el 57% ha destinado los recursos para la adquisición de ganado, 29% lo utilizó para la compra o mejoramiento de sus viviendas y el 14% lo invirtió en la mejora de la infraestructura y compra de equipo. Por otro lado, el 23% manifestó estar en cartera vencida y 77% afirma no estar bajo dicha situación. Es importante resaltar que los entrevistados fueron renuentes a contestar este tipo de situaciones, por lo tanto, la información aquí vertida debe tomarse con cautela.

Pertenencia a organizaciones ganaderas. Todos los ganaderos pertenecen a diferentes organizaciones, pudiendo estar adscritos a una o varias a la vez. El 86% se encuentra afiliado al CAITSA, 64% a la Sociedad Ganadera Local de Tizayuca, el 29% a la Unión de Crédito, el 14% a la Asociación Real de Tizayuca y sólo el 7% pertenece a la Asociación Nacional Ganadera. Conforme a los objetivos de cada asociación, los ganaderos obtienen diferentes beneficios: el 5% mencionó el acceso a nuevos productos con precios económicos, un 15% señala líneas de crédito, el 20% consigue facilidades en la comercialización, un porcentaje similar cuenta con asesoría técnica, otro 20% disfruta de facilidades para la compra de ganado; el resto declara que no recibe beneficios por pertenecer a las asociaciones mencionadas.

Afectación por las políticas gubernamentales. Los productores concuerdan en que han sido aquejados directamente en su actividad, tanto en el CAITSA como a nivel nacional. De esta forma, el 26% opina que la apertura comercial es uno de los principales problemas para la ganadería lechera, una cantidad similar consideró a la reducción en el precio de venta, el 16% observó una disminución en la actividad ganadera. El 11% lo atribuyó al incremento en los costos de producción y un similar porcentaje señaló a la ausencia de apoyos directos a la actividad. Una mínima cantidad (10%) indicó dificultades para la comercialización y abatimiento en la capacidad financiera de las empresas ganaderas.

Principales problemas en el CAITSA. Para el 26% de los ganaderos, la dificultad esencial es la ineficacia administrativa del Complejo (favoritismo y/o nepotismo, equivocados manejos económicos y derroche de recursos). El 23% considera al bajo precio de venta, 12% señala al aumento de costos de insumos y la generación y eliminación de estiércol. En opinión del 6%, es el abastecimiento de agua potable y el alto costo del ganado de reposición. Un 3% ve en el robo de materiales y el endeudamiento los principales obstáculos, los restantes entrevistados se quejan de la ineficacia laboral.

4.2. PARÁMETROS Y TRASTORNOS REPRODUCTIVOS EN EL CAITSA

4.2.1. PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN EL CAITSA

En esta sección se muestran los resultados de analizar los registros reproductivos individuales y la evaluación de los PR (cuadro 11 y figura 2). Se computó el promedio, desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (CoV). Es importante establecer que para todos los parámetros se efectuaron los mismos cálculos y consideraciones estadísticas. La muestra considerada incluyó a las 14 UPL de la muestra y sus 4'290 animales.

Cuadro 11. Parámetros reproductivos en el CAITSA.

Parámetro ¹	Promedio ²	DE ³	CoV (%) ⁴
SxC (dosis)	2.54	1.89	74.45
P1erS (días)	71.59	31.32	43.74
DA (días)	136.59	89.85	65.78
IEP (meses)	14.48	4.46	30.81

n = 4'290 vacas.

¹ Parámetro reproductivo evaluado en las UPL de la muestra.

² Promedio aritmético.

³ Desviación estándar.

⁴ CoV (Coeficiente de Variación) = (DE / promedio) * 100%.

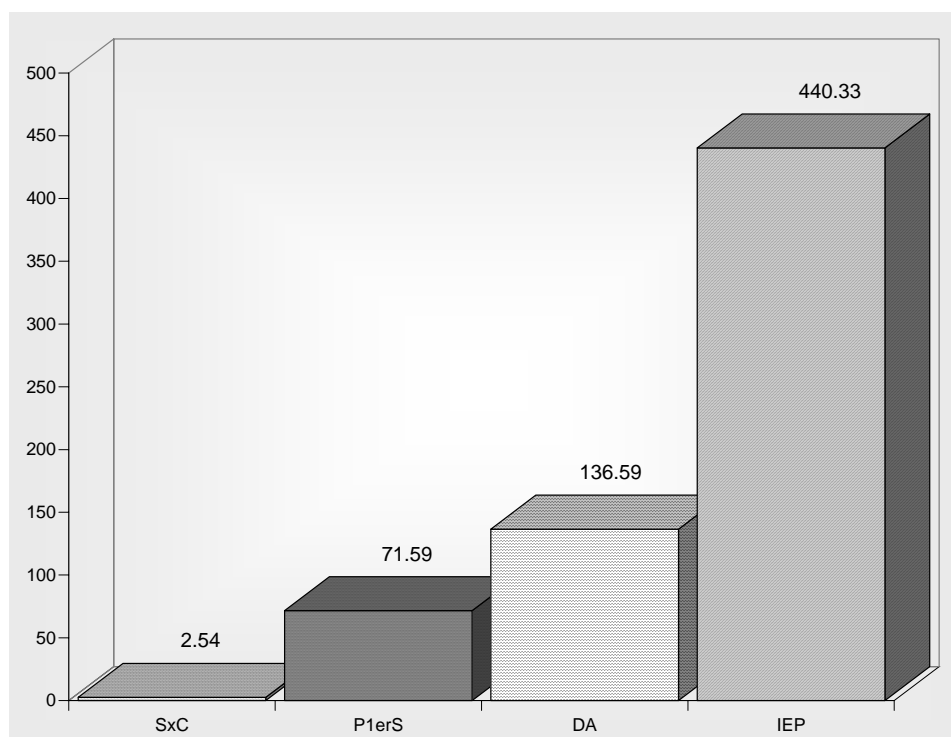


Figura 2. Parámetros reproductivos en el CAITSA.

4.2.2. COMPARACIÓN CON LOS PARÁMETROS ÓPTIMO Y ZOOTÉCNICO

Se realizó la comparación de los PR evaluados en el CAITSA con los valores óptimo y zootécnico esperados (cuadro 12). Para ello, se empleó la prueba estadística *t* que compara una media observada con una teórica; además considera que cuando el valor obtenido es menor a dos unidades, no existe diferencia significativa entre ambos valores.

Cuadro 12. Comparación estadística de los PR del CAITSA con el valor óptimo y zootécnico.

Parámetro ¹	CAITSA ²	Óptimo ³	Prueba <i>t</i>	Zootécnico ⁴	Prueba <i>t</i> ⁵
SxC (dosis)	2.54	1.50	22.64	2.00	11.74
PIerS (días)	71.59	75.00	-4.28	80.00	-10.56
DA (días)	136.59	90.00	20.38	100.00	16.01
IEP (meses)	14.48	12.50	15.91	13.00	11.89
PG (días)	277.71	270.00	28.07	280.00	-8.35

¹ Parámetro evaluado en el CAITSA.

² Valor obtenido del parámetro.

³ Valor óptimo establecido de acuerdo a la moda estadística de los valores reportados en la literatura.

⁴ Valor zootécnico establecido de acuerdo a la moda estadística de los valores reportados en la literatura.

⁵ Prueba estadística *t* con $\alpha=0.05$.

4.2.3. TRASTORNOS REPRODUCTIVOS EN EL CAITSA

En este apartado se exponen los trastornos reproductivos (TR) evaluados en el CAITSA, así como la diferenciación porcentual con la incidencia máxima aceptada en un hato (cuadro 13 y figura 3). Para dicha comparación, se sustrajo el porcentaje obtenido con la incidencia máxima esperada.

Cuadro 13. Comparación porcentual de los TR en el CAITSA con la incidencia máxima.

Trastorno ¹	Número de animales ²	Porcentaje ³	Incidencia máxima (%) ⁴	Diferencia porcentual ⁵
Reabsorciones embrionarias	47	1.10	10.00	- 8.90
Incidencia de abortos	304	7.09	5.00	2.09
Nacidos muertos	50	1.16	5.00	- 3.83
Momificaciones	43	1.00	5.00	- 4.00

n = 4'290 vacas.

¹ Trastorno reproductivo evaluado en el CAITSA.

² Número de animales que presentaron el trastorno.

³ Porcentaje de animales que presentaron el trastorno.

⁴ Incidencia máxima aceptada en un hato.

⁵ Diferencia porcentual = Porcentaje encontrado – Valor óptimo.

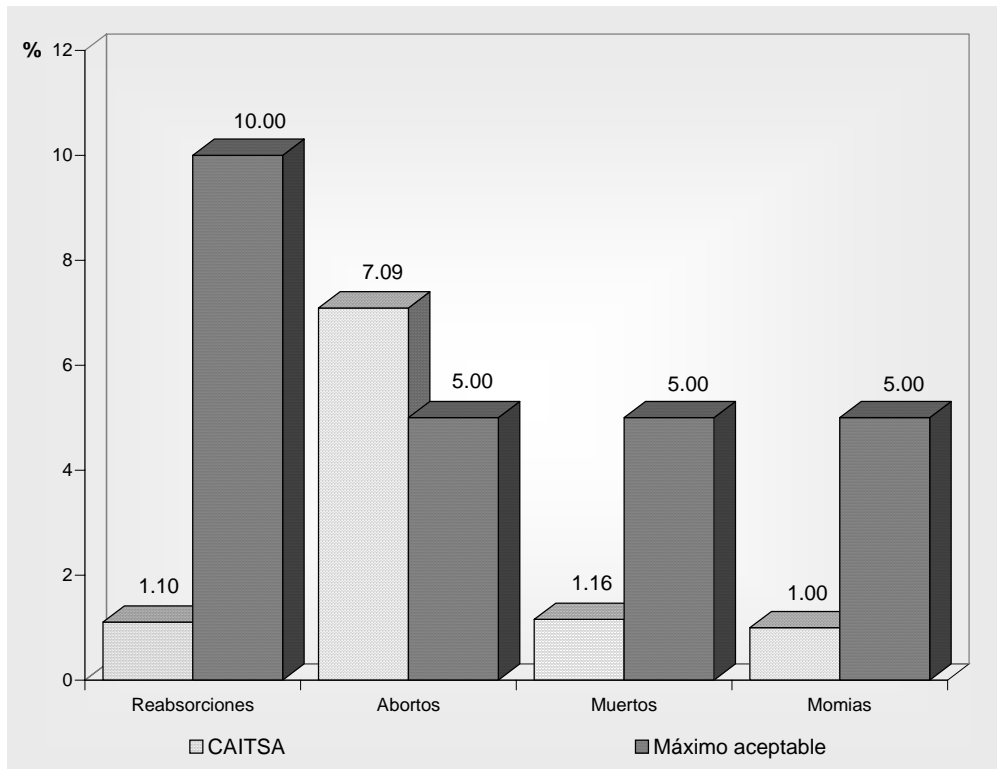


Figura 3. Comparación porcentual de los TR en el CAITSA con el valor máximo.

4.3. PARÁMETROS Y TRASTORNOS REPRODUCTIVOS POR ESTRATOS

4.3.1. PARÁMETROS REPRODUCTIVOS POR ESTRATOS

En este capítulo se presenta la evaluación de los PR del CAITSA divididos por estratos. Para cada uno de ellos se calculó el promedio, DE y el CoV (cuadro 14).

Cuadro 14. Parámetros reproductivos por estratos.

Parámetro ¹	Promedio ²	DE ³	CoV (%) ⁴
SxC (dosis)			
Estrato I ⁵	2.78	2.22	79.96
Estrato II ⁶	2.51	1.85	73.81
Estrato III ⁷	2.46	1.75	71.35
PlerS (días)			
Estrato I	74.88	31.71	42.36
Estrato II	69.89	31.31	44.80
Estrato III	72.01	31.07	43.15
DA (días)			
Estrato I	151.48	95.59	63.10
Estrato II	132.08	88.12	66.71
Estrato III	134.97	88.59	65.64
IEP (meses)			
Estrato I	15.07	4.95	32.87
Estrato II	14.43	4.69	32.52
Estrato III	14.28	3.96	27.71
PG (días)			
Estrato I	276.64	11.50	4.16
Estrato II	277.81	9.41	3.39
Estrato III	278.07	10.83	3.90

¹ Parámetro reproductivo evaluado en la muestra dividida por estratos.

² Promedio aritmético.

³ Desviación estándar.

⁴ CoV (Coeficiente de Variación) = (DE / promedio) * 100%.

⁵ Estrato I. n = 800 vacas.

⁶ Estrato II. n = 1'835 vacas.

⁷ Estrato III. n = 1'655 vacas.

Adicionalmente, se analizó la relación existente entre los PR con el número de animales y el promedio de producción láctea por vaca por estrato (PLVE). En el caso de los SxC, se encontró que el E-I (con menor número de animales) presentó los valores más altos (2.78 dosis contra 24.42 litros por vaca) en relación con los otros estratos (figura 4). Para el PlerS, el comportamiento de los estratos no señala una tendencia relacionada con el número de animales; en cambio, el promedio de PLVE identifica una relación directa entre estos dos indicadores (figura 5).

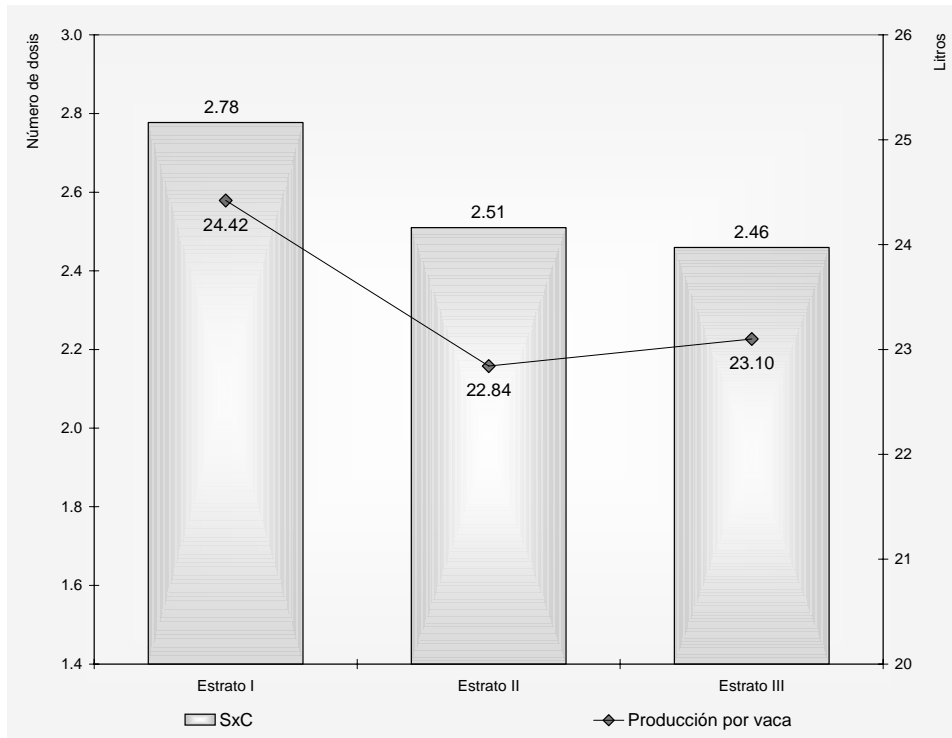


Figura 4. SxC evaluados por estratos y su relación con la PLVE.

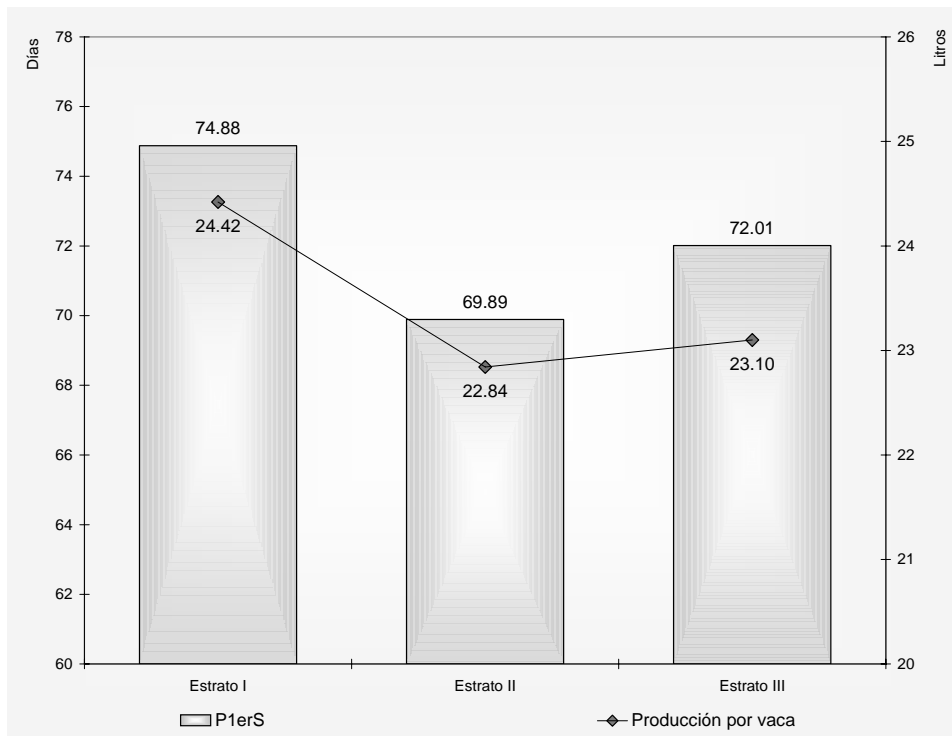


Figura 5. P1erS evaluados por estratos y su relación con la PLVE.

En el caso de los DA, el comportamiento de los estratos no tiene correspondencia con el número de cabezas en cada uno de ellos, en contraste, la relación con el promedio de la PLVE muestra una proporcionalidad directa entre ambos índices (figura 6). A su vez, el comportamiento del IEP entre estratos señala una tendencia relacionada con el número de animales y con divergencias en el manejo animal en cada uno de ellos; no obstante, la relación con el promedio de PLVE indica que el E-I obtuvo las cifras más altas (15.07 meses y 24.42 litros por vaca) en concordancia con los demás estratos (figura 7).

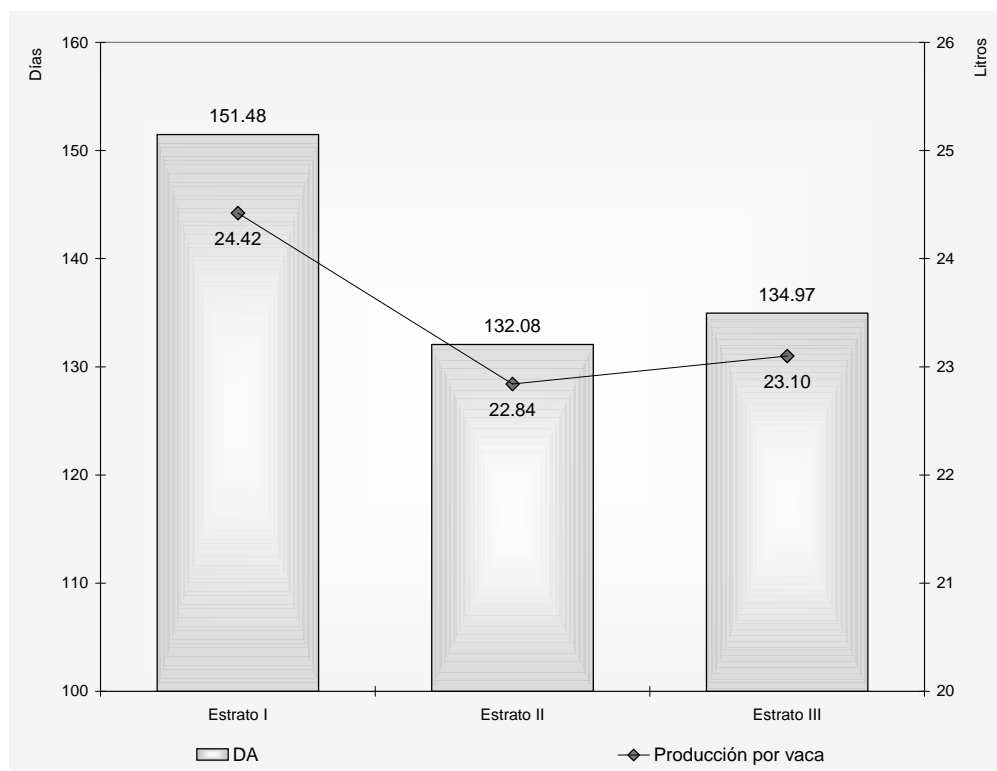


Figura 6. DA evaluados por estratos y su relación con la PLVE.

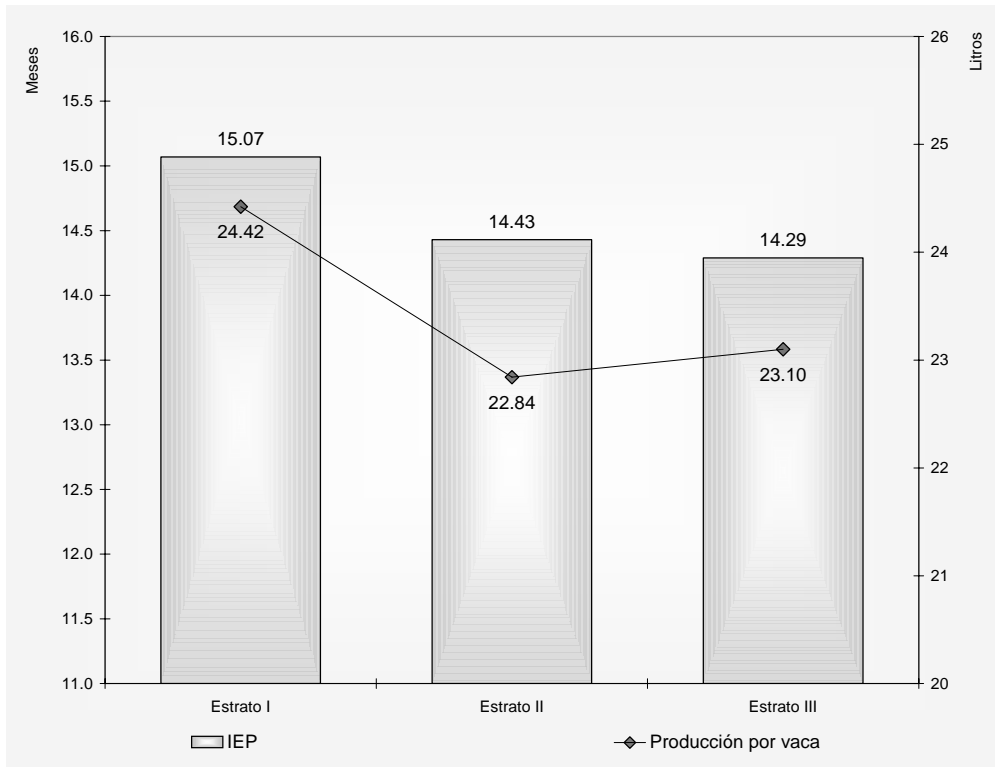


Figura 7. IEP evaluados por estratos y su relación con la PLVE.

4.3.2. COMPARACIÓN CON LOS PARÁMETROS ÓPTIMO Y ZOOTÉCNICO

En este apartado se muestra el cotejo de los PR evaluados por estrato con los valores óptimos y zootécnicos (cuadro 15). Se utilizó la prueba estadística *t* para comparar los promedios y se considera que cuando el valor obtenido es menor a dos unidades, no existe diferencia estadística entre dichos valores.

Cuadro 15. Comparación de los PR por estratos con los valores óptimo y zootécnico.

Parámetro ¹	Promedio ²	Valor óptimo ³	Prueba t	Valor zootécnico ⁴	Prueba t ⁵
#SxC (dosis)		1.50		2.00	
Estrato I	2.78		10.04		6.11
Estrato II	2.51		14.67		7.40
Estrato III	2.46		14.16		6.78
P1erS (días)		75.00		80.00	
Estrato I	74.88		-0.06		-2.64
Estrato II	69.89		-4.21		-8.33
Estrato III	72.01		-2.39		-6.37
DA (días)		90.00		100.00	
Estrato I	151.48		10.53		8.82
Estrato II	132.08		12.31		9.38
Estrato III	134.97		12.57		9.77
IEP (meses)		12.50		13.00	
Estrato I	15.07		7.65		6.16
Estrato II	14.43		9.60		7.11
Estrato III	14.29		10.32		7.43
PG (días)		270.00		280.00	
Estrato I	276.64		9.21		-4.66
Estrato II	277.81		20.36		-5.70
Estrato III	278.07		17.90		-4.29

¹ Parámetro evaluado en la muestra dividida por estratos.

² Valor obtenido del parámetro por estratos.

³ Valor óptimo establecido de acuerdo a la moda estadística de los valores reportados en la literatura.

⁴ Valor zootécnico establecido de acuerdo a la moda estadística de los valores reportados en la literatura.

⁵ Prueba estadística *t* con $\alpha=0.05$.

En el caso de los SxC, a pesar de la visible diferencia entre los estratos, todos los promedios computados fueron estadísticamente superiores tanto al valor óptimo como al zootécnico. Con respecto al P1erS, no se identifica una diferenciación entre estratos; sin embargo, todos los promedios registrados fueron estadísticamente inferiores en comparación con el valor óptimo y el zootécnico. La única excepción es el E-I que no presentó diferencias con el valor óptimo esperado. Los DA no siguen un comportamiento de acuerdo a la estratificación establecida, no obstante, los promedios calculados fueron superiores en comparación con el valor óptimo y el zootécnico. Los promedios del IEP describen un comportamiento de acuerdo a la estratificación y todos los estratos son superiores estadísticamente tanto a la cifra óptima como a la zootécnica.

4.3.3. TRASTORNOS REPRODUCTIVOS POR ESTRATOS

En esta sección se muestran los TR obtenidos por estratos y su comparación con la incidencia máxima esperada para un hato (cuadro 16). Para tal diferenciación, se restó aritméticamente el porcentaje encontrado en cada uno de los estratos con la cifra esperada.

Cuadro 16. Trastornos reproductivos por estratos y su comparación con el valor máximo esperado.

Trastorno ¹	Número de animales ²	Porcentaje ³	Incidencia máxima ⁴	Diferencia porcentual ⁵
Reabsorciones			10.00	
Estrato I	800	1.18		- 8.82
Estrato II	1'835	1.62		- 8.38
Estrato III	1'655	0.52		- 9.48
Abortos			5.00	
Estrato I	800	8.55		3.55
Estrato II	1'835	7.35		2.35
Estrato III	1'655	6.17		1.17
Nacidos muertos			5.00	
Estrato I	800	2.95		- 2.05
Estrato II	1'835	0.75		- 4.25
Estrato III	1'655	1.77		- 3.23
Momificaciones			5.00	
Estrato I	800	1.77		- 3.23
Estrato II	1'835	1.12		- 3.88
Estrato III	1'655	0.52		- 4.48

n = 4'290 vacas.

¹ Trastorno reproductivo evaluado en el CAITSA por estratos.

² Número de animales por estrato.

³ Porcentaje obtenido por trastorno reproductivo por estratos.

⁴ Incidencia máxima aceptada en un hato.

⁵ Diferencia porcentual = Porcentaje obtenido por estrato – Valor óptimo.

Con excepción de los ABT, los TR por estratos fueron menores a los porcentajes máximos aceptables en más de dos unidades porcentuales. Adjuntamente, se analizó la relación existente entre los eventos de falla reproductiva con el número de animales y el promedio de producción láctea por vaca por estrato (PLVE). En el caso de las RE, se encontró que ninguno de los estratos tiene concordancia con el número de animales ni con el promedio de PLVE (figura 8). Para la incidencia de ABT, el comportamiento de los estratos señala una tendencia relacionada con el número de animales y la PLVE (figura 9). Este hábito se repite para los NM (figura 10) y las MOM (figura 11). Es decir, se encontró que el E-I (con un promedio de 24.42 litros y 800 vacas) presentó las mayores incidencias de ABT, NM y MOM, en comparación con los estratos II y III.

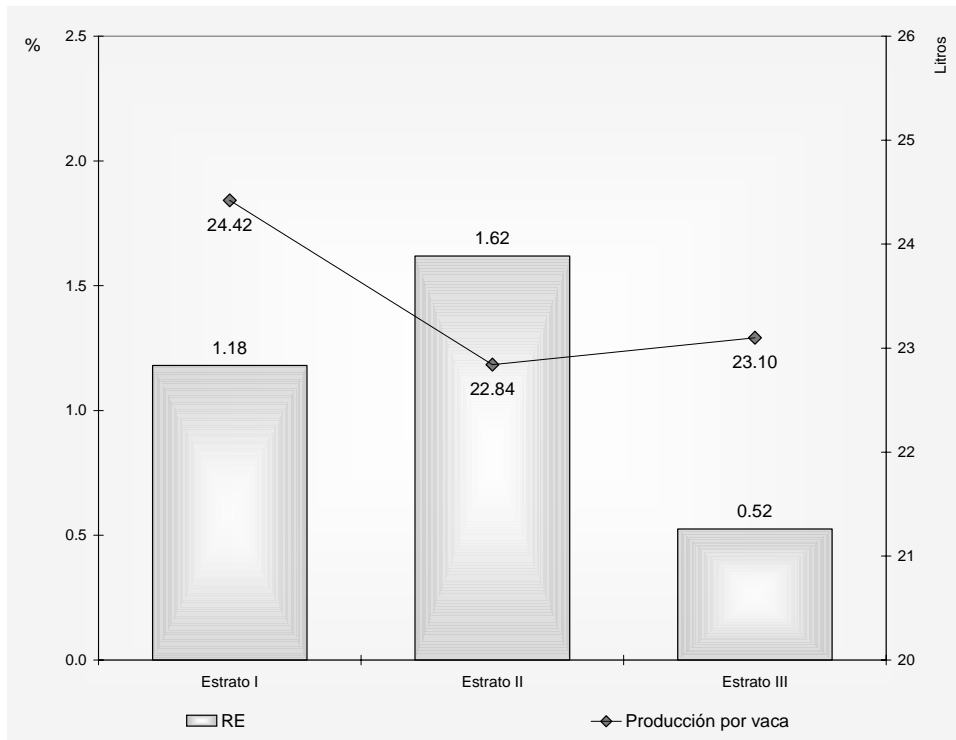


Figura 8. Incidencia de RE por estratos y su relación con la PLVE.

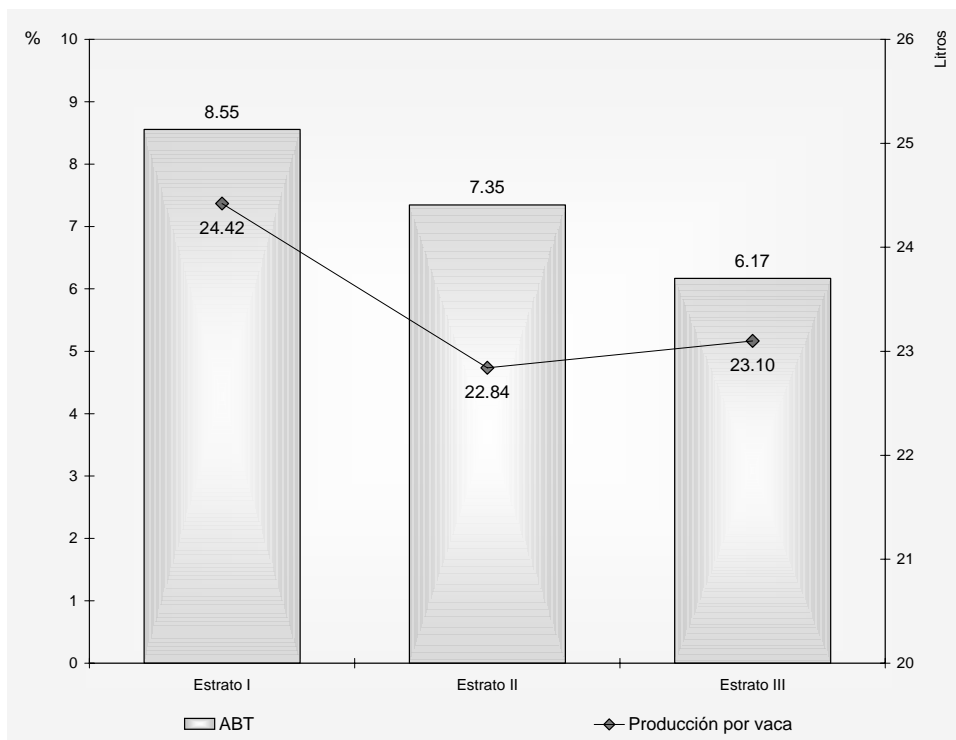


Figura 9. Incidencia de ABT por estratos y su relación con la PLVE.

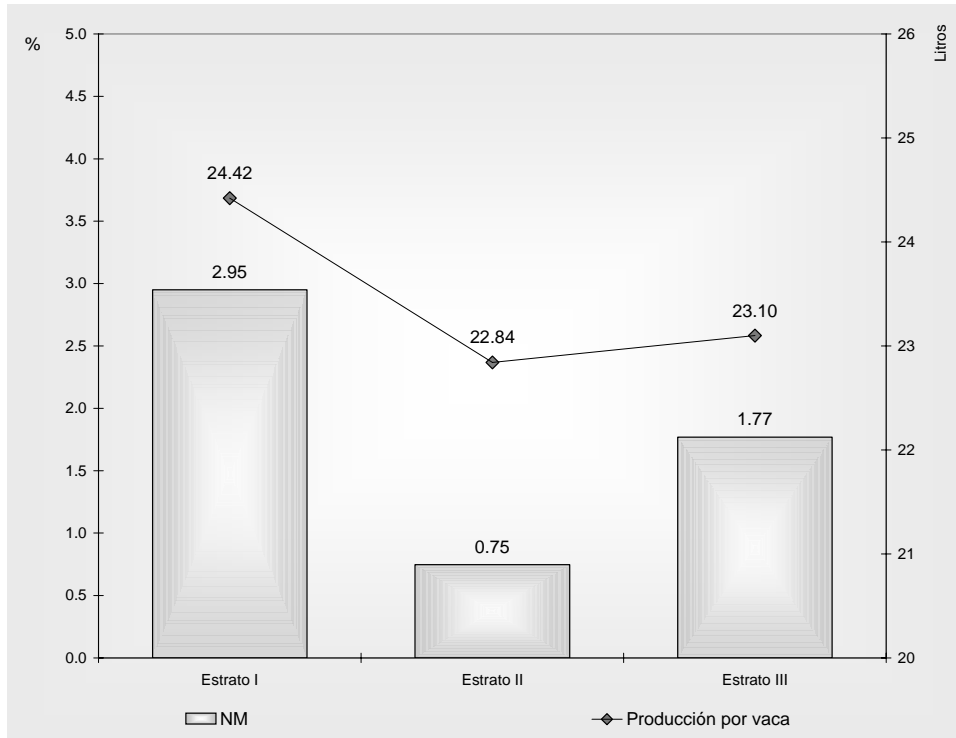


Figura 10. Incidencia de NM por estratos y su relación con la PLVE.

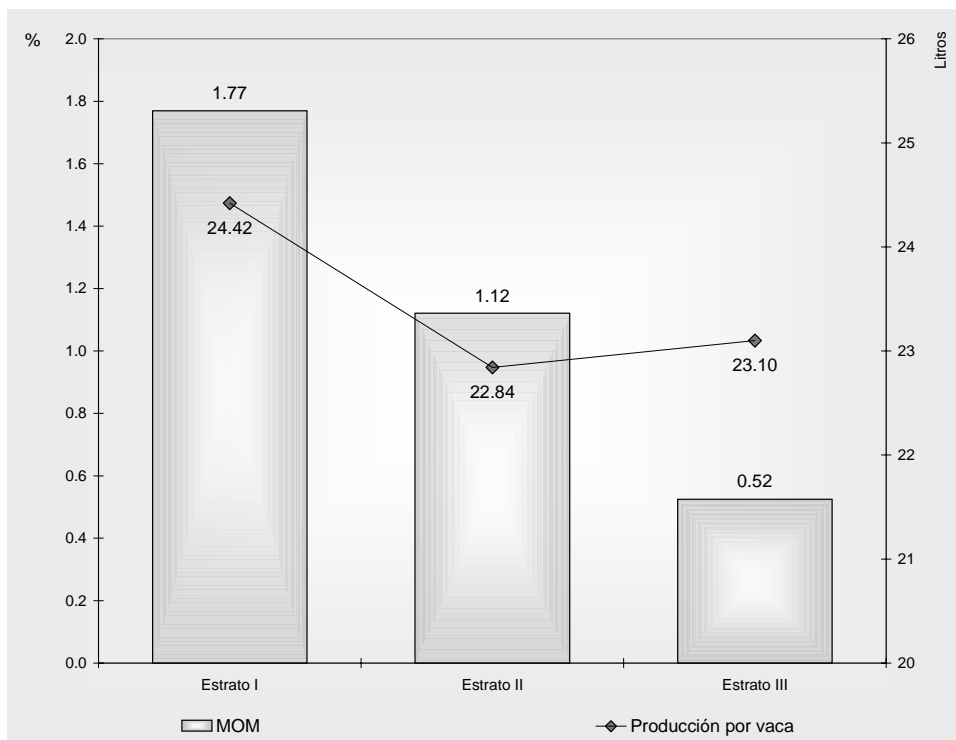


Figura 11. Incidencia de MOM por estratos y su relación con la PLVE.

4.4. PARÁMETROS Y TRASTORNOS REPRODUCTIVOS POR UPL

4.4.1. PARÁMETROS REPRODUCTIVOS POR UPL

En este apartado se presenta el análisis de la relación existente entre los PR evaluados en cada UPL con el número de animales y el promedio de producción láctea por vaca por establo (PPV). Así, para todos los PR evaluados, se encontró que el comportamiento de los promedios no siguen una relación directa con el número de animales ni con la PPV en cada UPL analizada.

4.4.2. COMPARACIÓN CON LOS VALORES ÓPTIMO Y ZOOTÉCNICO

Para la comparación de los PR en cada UPL con los parámetros óptimo y zootécnico, se usó la prueba estadística t . En los SxC, ninguno de los establos se ubicó dentro del valor óptimo esperado de 1.5 dosis; de igual forma, cuando se comparó con el valor zootécnico de 2.00, todos los hatos volvieron a presentar diferencias significativas. La única excepción se registró en el establo 010 (E-II, 340 vacas) que registró un promedio de 2.21 dosis y un valor de $t = 1.50$, indicando que no presenta diferencias significativas con el valor zootécnico esperado.

En el caso del P1erS, el establo 004 fue el único que tuvo una mayor diferencia significativa con el valor óptimo de 75 días; en cambio, los restantes fueron sensiblemente mayores a dicho valor. Con respecto al valor zootécnico de 80 días, cinco establos (004, 012, 010, 009 y 001) no presentaron diferencias estadísticas; los nueve restantes fueron significativamente menores o mayores al límite zootécnico establecido.

Para los DA, todos los promedios obtenidos superaron a los parámetros óptimo y zootécnico, es decir, presentaron diferencias estadísticamente significativas. Considerando al IEP, los resultados muestran que todas las UPL tuvieron promedios mayores, con diferencia estadísticamente significativa, en comparación a los valores óptimo y zootécnico esperados.

4.4.3. TRASTORNOS REPRODUCTIVOS POR UPL

En este apartado se presentan los TR evaluados por UPL y su comparación con la incidencia máxima esperada por hato. En el caso de las RE, la comparación con el valor de 10% indicó que todas las UPL se sitúan por debajo del mismo en más de seis unidades porcentuales. A su vez, no se presenta una relación directa con la cantidad de bovinos en cada una de ellas ni con la PPV. Esto permite resaltar que los promedios encontrados en cada UPL dependen de los diversos criterios en la administración y manejo animal dentro de las mismas.

En el porcentaje de la incidencia de ABT, se encontró que 10 establos superaron al valor máximo aceptado del 5%. En cambio, sólo cuatro hatos tuvieron una diferencia porcentual negativa con la incidencia esperada. A su vez, la incidencia de abortos no presentó una relación directa con la cantidad de animales en cada UPL. De igual forma, los promedios calculados no tuvieron una relación con la PPV.

Con referencia a los NM, todos los hatos estuvieron por debajo del máximo aceptado en más de 3.5 unidades porcentuales. El comportamiento de los porcentajes no tiene una relación directa con la cantidad de vacas en cada UPL. Igualmente, estos valores tampoco presentan una relación con la PPV.

La incidencia de MOM indica que todas las UPL se ubicaron por debajo del valor máximo permitido en más de 1.7 unidades porcentuales. Por otro lado, el comportamiento de los porcentajes no tuvo una relación directa con el número de cabezas en cada UPL ni con la PPV.

4.5. EVALUACIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN

4.5.1. COSTOS DE PRODUCCIÓN EN EL CAITSA

Las variables consideradas para la estimación de la productividad y rentabilidad fueron obtenidas del cuestionario económico aplicado a los ganaderos del CAITSA (anexo IV).

Costos fijos totales (CFT). Se calcularon los costos fijos totales, costos fijos de producción por litro de leche (CFPL) y el porcentaje correspondiente de cada insumo en el costo total de producción. Los aspectos considerados fueron agotamiento animal, mano de obra¹, arena para camas, servicios al equipo de ordeño, servicios veterinarios², mantenimiento en general de las instalaciones, pago de impuestos y/o seguro ganadero³, gastos financieros (administrativos), renta del establo (en su caso), cuota a la administración del CAITSA, depreciación del equipo de motor y el costo de oportunidad de los costos fijos. De esta forma, se calculó un CFT de \$125'113.73 y un CFPL de \$0.7224, que corresponden al 20.52% de los costos totales de producción (cuadro 17).

Cuadro 17. Costos fijos totales y costos fijos de producción por litro en el CAITSA.

Insumo	CFT (\$)	CFPL (\$)	Porcentaje (%)
Agotamiento animal	21'030.73	0.1214	3.4507
Mano de obra	57'748.37	0.3335	9.4753
Arena para camas	8'235.71	0.0476	1.3513
Servicio equipo de ordeño	3'100.86	0.0179	0.5088
Servicios veterinarios	4'671.43	0.0270	0.7665
Mantenimiento en general	2'828.57	0.0163	0.4641
Impuestos	4'107.05	0.0237	0.6739
Seguro ganadero	1'285.71	0.0074	0.2110
Gastos financieros	821.43	0.0047	0.1348
Renta	757.14	0.0044	0.1242
Cuota CAITSA	3'523.93	0.0203	0.5782
Depreciación de equipo	16'071.43	0.0928	2.6370
Costo oportunidad de CF	931.37	0.0054	0.1528
Totales	\$125'113.73	\$0.7224	20.5285%

El análisis de estos costos indica que la mano de obra es el insumo que ocupa la mayor proporción de los desembolsos, seguido del agotamiento animal, depreciación del equipo, arena para camas, servicios veterinarios, impuestos, cuotas al CAITSA, servicio al equipo

¹ La mano de obra se consideró como CF debido a que el personal es contratado por tiempo fijo con sueldo estable y constante, independientemente de la producción láctea en cada UPL (Medina, 1994; Velásquez, 1996; Meléndez y Loza, 2002).

² Los servicios veterinarios se incluyeron como CFT gracias a que el desembolso es una cuota fija mensual, independientemente de la cantidad de animales en las UPL.

³ El seguro ganadero se incluyó en los CFT considerando que algunos productores afirmaron pagar una cuota fija mensual, sin considerar el número de cabezas en sus hatos.

de ordeña, mantenimiento en general, seguro ganadero, CO de los CF, gastos financieros y renta.

Costos variables totales (CVT). Se computaron los costos variables totales, costos variables de producción (CVPL) y el porcentaje correspondiente de cada insumo en el costo total de producción. Para su obtención se consideraron los siguientes conceptos: alimentación, reemplazos, medicamentos en general, teléfono, sanidad, inseminación artificial, mantenimiento de vehículos, energía eléctrica, consumo de agua y gas, productos de limpieza, detergentes y selladores, combustibles y lubricantes, y el costo de oportunidad de los costos variables. De esta forma, se obtuvo un CVT de \$484'349.92 y un CVPL de \$2.7967, que corresponden al 79.47% de los costos totales de producción (cuadro 18).

Cuadro 18. Costos variables totales y costos variables de producción por litro en el CAITSA.

Insumo	CVT (\$)	CVPL (\$)	Porcentaje (%)
Alimentación	407'522.05	2.3531	66.8657
Reemplazos	34'086.43	0.1968	5.5929
Medicamentos	7'714.29	0.0445	1.2657
Teléfono	2'128.57	0.0123	0.3493
Sanidad	4'360.00	0.0252	0.7154
Inseminación artificial	4'992.86	0.0288	0.8192
Mantenimiento vehicular	1'985.71	0.0115	0.3258
Energía eléctrica	4'364.29	0.0252	0.7161
Consumo de agua	1'114.29	0.0064	0.1828
Consumo de gas	1'297.29	0.0075	0.2129
Productos de limpieza	3'800.00	0.0219	0.6235
Detergentes y selladores	4'307.14	0.0249	0.7067
Combustibles y lubricantes	3'071.43	0.0177	0.5040
Costo de oportunidad de CV	3'605.58	0.0208	0.5916
Totales	\$484'349.92	\$2.7967	79.4715%

El insumo que ocupa la mayor proporción de los CV es la alimentación del ganado, seguido de los desembolsos por reemplazos, medicamentos, IA, energía eléctrica, sanidad, detergentes y selladores, productos de limpieza, CO de los CV, combustibles y lubricantes, teléfono, mantenimiento vehicular, consumo de gas y agua. Los CT que deben ocupar los primeros lugares son la alimentación y la mano de obra, condición que se cumple en este caso (Velásquez, 1996).

Costos totales de producción (CT). La suma de los CVT (\$484'349.92) con los CFT (\$125'113.73) resultaron en un egreso mensual de \$609'463.65 que promediaron las 14 UPL evaluadas en el CAITSA.

Costo de producción por litro (CPL). Es la cantidad obtenida por la sumatoria efectuada entre los CFPL (\$0.7224) y los CVPL (\$2.7967) para generar un costo de producción de \$3.5192 por litro de leche.

Ingresos brutos totales (IBT). Estos se obtuvieron por la multiplicación del precio promedio mensual de venta por litro de leche (\$3.7007) y la producción láctea promedio mensual (173'183.81 litros). El resultado fue de \$640'903.80 como ingresos brutos totales mensuales.

Utilidad neta por litro de leche (UNL). Esta utilidad se calculó restando al precio de venta por litro de leche producida (\$3.7007) el valor del costo de producción por litro (\$3.5192). De esta forma, se obtuvo una utilidad neta por litro de leche de \$0.1815 (figura 12).

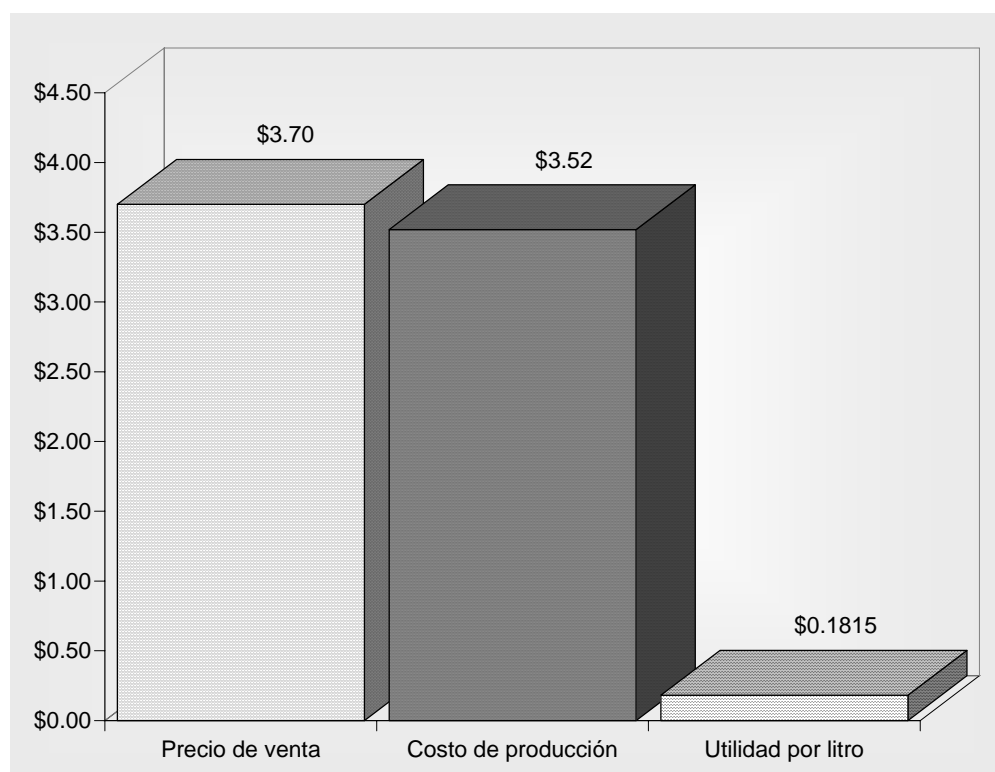


Figura 12. Utilidad neta por litro de leche producida en el CAITSA.

Utilidad económica mensual (UE). Esta cifra se obtuvo al multiplicar la producción mensual de leche (173'183.81 litros) por la UNL producida (\$0.1815), dando como resultado un total de \$31'440.15. Otra forma de obtener este valor consiste en la resta aritmética de los IBT (\$640'903.80) con los CT de producción (\$609'463.65), obteniéndose igualmente la cantidad de \$31'440 (figura 13).

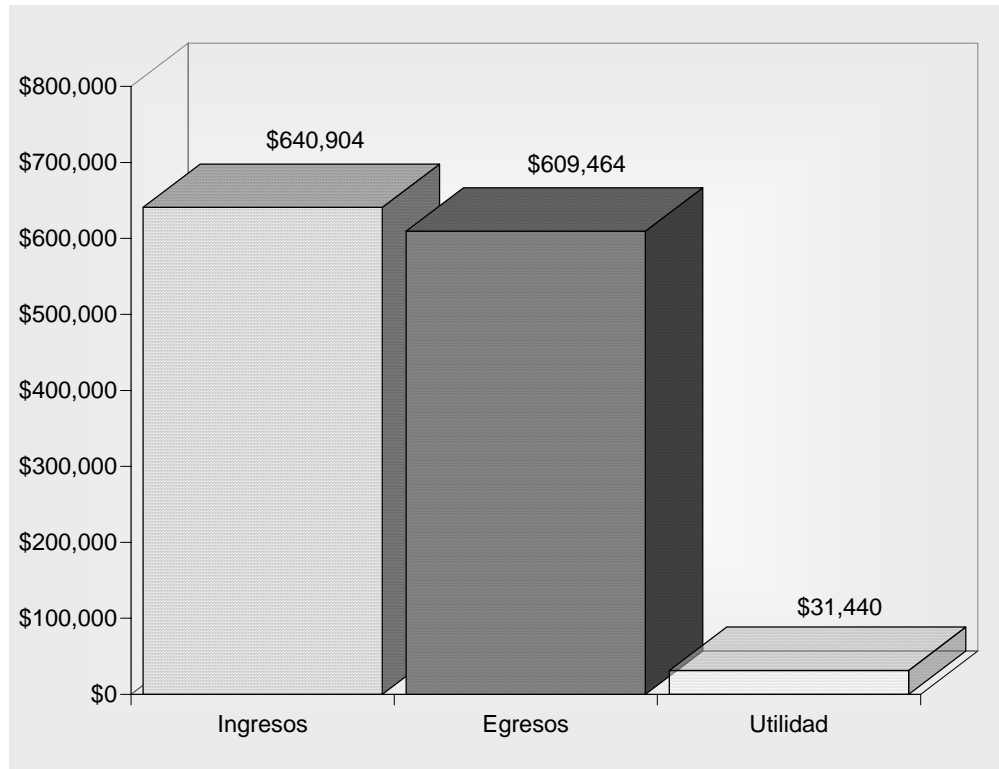


Figura 13. Utilidad económica mensual por la producción láctea en el CAITSA.

Utilidad económica por vaca. Este parámetro se estimó dividiendo la UE (\$31'440.15) entre el número promedio de animales en las 14 UPL (306 vacas), resultando en una utilidad económica promedio mensual de \$102.60 por vaca.

Relación beneficio costo (RBC). Para obtener esta relación, se efectuó una división entre los IBT (\$640'903.80) y los CT mensuales (\$609'463.65). El cálculo anterior resultó en una RBC de 1.0516, es decir, existe una generación de utilidades en un porcentaje del 5.16% sobre los CT mensuales.

4.5.2. COSTOS DE PRODUCCIÓN POR ESTRATOS

En esta sección se presentan las variables para evaluar los índices económicos en cada estrato del CAITSA. Se incluyeron el capital invertido, CF y CV evaluados por medio de la media aritmética de las UPL que integraron los estratos mencionados.

CFT. En el cuadro 19, se presenta la evaluación de estos desembolsos en cada estrato del CAITSA. El E-II presenta CF menores que los otros dos estratos debido a que tuvo gastos más bajos por concepto de mano de obra y depreciación del equipo de motor, que representan los CF con mayor porcentaje en los CFT.

Cuadro 19. Costos fijos de producción obtenidos por estratos.

	CFT (\$)	CFPL (\$)	Porcentaje (%)
Estrato I	88'928.04	0.8178	23.1027
Estrato II	108'639.97	0.6013	17.1399
Estrato III	186'996.54	0.8260	23.4207

CVT. Se consideraron los mismos conceptos que en la evaluación global del CAITSA. Se observa que el E-II obtuvo los menores CV en comparación con los otros estratos debido a un abatimiento en los desembolsos por reemplazos y medicamentos, que representan CV con mayor porcentaje en los CVT (cuadro 20).

Cuadro 20. Costos variables de producción obtenidos por estratos.

	CVT (\$)	CVPL (\$)	Porcentaje (%)
Estrato I	295'996.83	2.7221	76.8973
Estrato II	525'200.95	2.9067	82.8601
Estrato III	611'426.45	2.7009	76.5793

CT. Estos egresos mensuales promedio se obtuvieron de la adición aritmética de los costos fijos totales con los costos variables totales obtenidos por estratos (cuadro 21).

Cuadro 21. Costos totales obtenidos por estratos.

	CFT (\$)	CVT (\$)	Costos totales (\$)
Estrato I	295'996.83	88'928.04	384'924.87
Estrato II	525'200.95	108'639.97	633'840.92
Estrato III	611'426.45	186'996.54	798'422.99

CPL. Estos desembolsos resultaron de la sumatoria efectuada entre los CFT y los CVT por litro de leche producida mensualmente en cada uno de los estratos (cuadro 22).

Cuadro 22. Costos de producción por litro de leche por estrato.

	CFT por litro (\$)	CVT por litro (\$)	Costo total litro (\$)
Estrato I	2.7221	0.8178	3.5399
Estrato II	2.9067	0.6013	3.5080
Estrato III	2.7009	0.8260	3.5270

IBT. Se obtuvieron multiplicando el precio promedio de venta por litro de leche y la producción láctea promedio mensual. El E-II presentó una disminución en los IBT debido a que el precio de venta fue menor por la diferencia en el pago de primas y/o penalizaciones en comparación con los otros dos estratos (cuadro 23).

Cuadro 23. Ingresos brutos totales mensuales obtenidos por estratos.

	Precio de venta por litro (\$)	Producción mensual (litros)	IBT (\$)
Estrato I	3.7225	108'739.58	404'783.10
Estrato II	3.6733	180'685.14	663'716.74
Estrato III	3.7200	226'376.04	842'118.88

UNL. Este valor se obtuvo restando el precio de venta por litro de leche con el valor del costo de producción por litro. El E-II tuvo menor precio de venta por diferencias en el pago de primas y/o penalizaciones en comparación con los dos estratos restantes, situación que provoca una reducción en la UNL (cuadro 24 y figura 14).

Cuadro 24. Utilidad neta por litro de leche producida en cada estrato.

	Precio de venta por litro (\$)	Costos totales de producción por litro	Utilidad por litro (\$)
Estrato I	3.7225	3.5399	0.1826
Estrato II	3.6733	3.5080	0.1653
Estrato III	3.7200	3.5270	0.1930

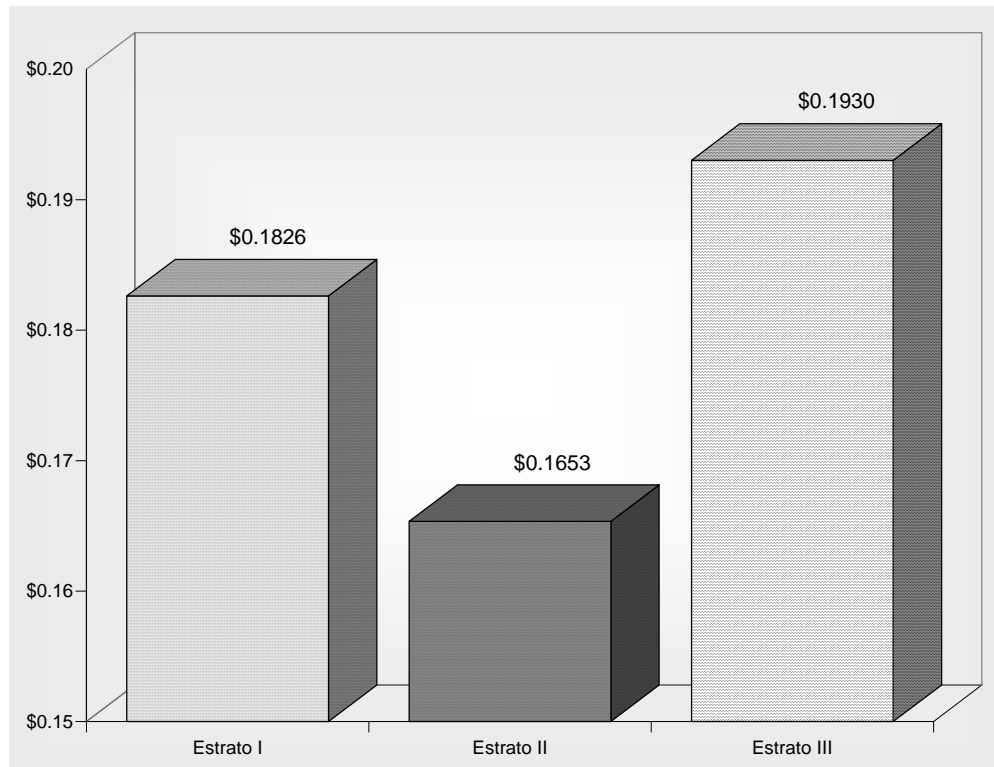


Figura 14. Utilidad neta por litro de leche obtenida por estrato.

UEM. Esta utilidad se obtuvo realizando la multiplicación de la producción mensual de leche por la UNL (cuadro 25). Debido a las diferencias provocadas por el pago de primas y/o penalizaciones y su repercusión en la UNL, el E-II presentó una UEM menor que el E-I y E-III (figura 15).

Cuadro 25. Utilidad económica mensual por estrato.

	Producción mensual de leche (litros)	Utilidad neta por litro de leche (\$)	Utilidad económica (\$)
Estrato I	108'739.58	0.1826	19'858.23
Estrato II	180'685.14	0.1653	29'875.82
Estrato III	226'376.04	0.1930	43'695.89

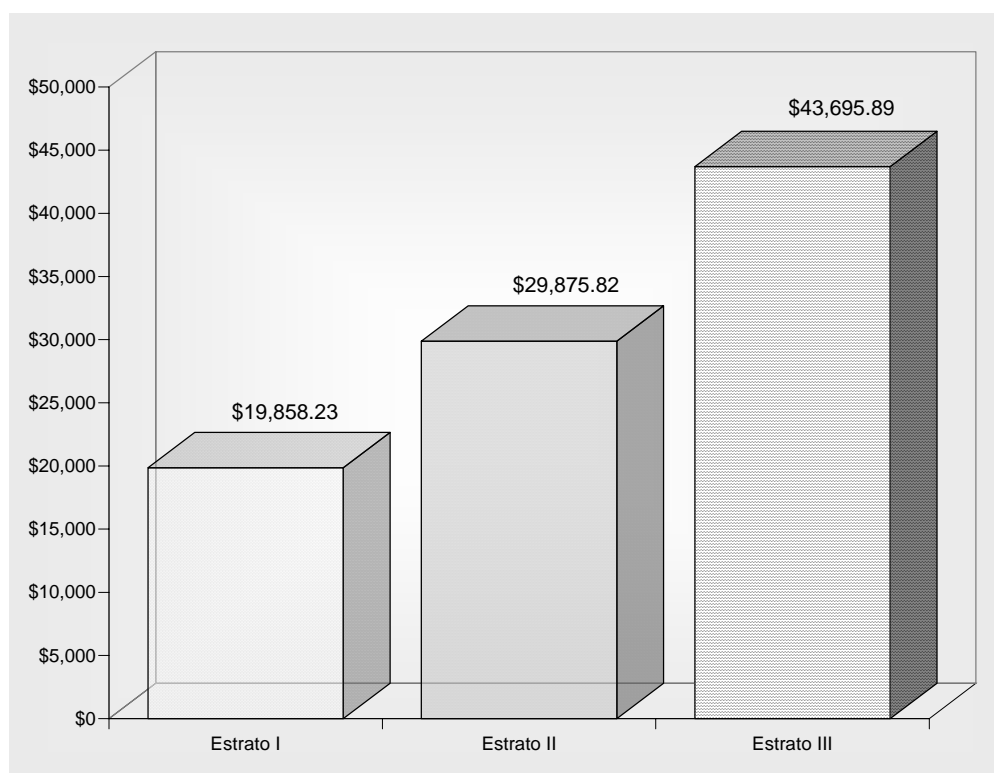


Figura 15. Utilidad económica mensual obtenida por estrato.

UEV. Este parámetro se estimó dividiendo la utilidad neta de la producción mensual de leche entre el número promedio de animales en cada uno de los estratos (cuadro 26). Las diferencias en el pago de primas y/o penalizaciones en el E-II provocó una menor UNL con la consecuente repercusión en la UEV, en comparación con los dos estratos restantes (figura 16).

Cuadro 26. Utilidad económica mensual por vaca por estrato.

	Utilidad neta (\$)	Número promedio total de animales	Utilidad por vaca (\$)
Estrato I	19'858.23	200.00	99.2912
Estrato II	29'875.82	305.83	97.6866
Estrato III	43'695.89	413.75	105.6094

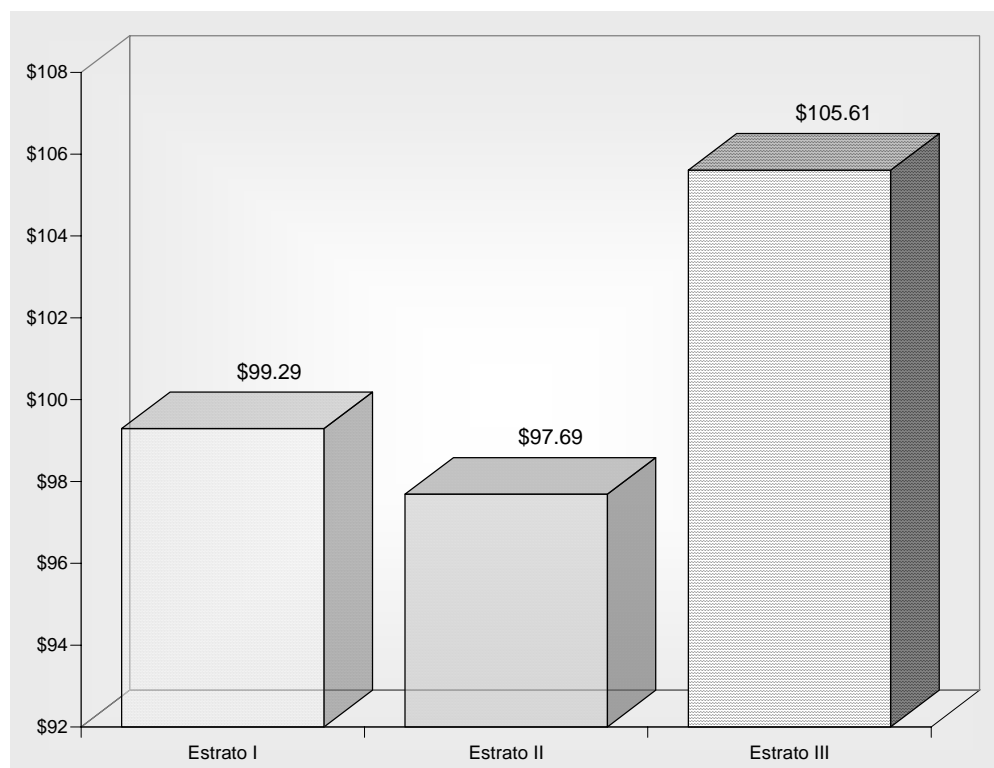


Figura 16. Utilidad económica mensual por vaca por estrato.

RBC. Para obtener esta relación, se realizó el cociente entre los IBT y los CT mensuales (cuadro 27). La diferencia en los IBT producida por el pago de primas y/o penalizaciones en el E-II generó que obtuviera una menor RBC que los E-I y E-III (figura 17).

Cuadro 27. Relación beneficio costo obtenida por estratos.

	IBT (\$)	Costos totales mensuales (\$)	Relación beneficio costo
Estrato I	404'783.10	384'924.87	1.0516 (5.16%)
Estrato II	663'716.74	633'840.92	1.0471 (4.71%)
Estrato III	842'118.88	798'422.99	1.0547 (5.47%)

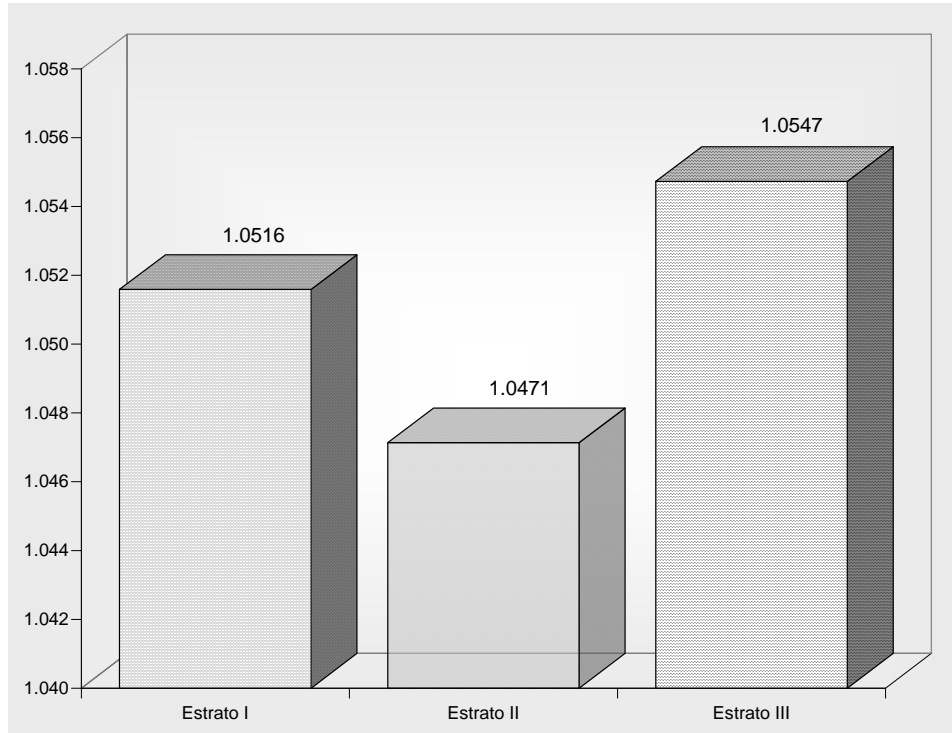


Figura 17. Relación beneficio costo obtenida por estratos.

4.5.3. COSTOS DE PRODUCCIÓN POR UPL

CFT. En la figura 18 se presentan estos costos obtenidos en cada UPL. Los valores muestran un comportamiento directamente relacionado con el número de animales como lo demuestra la regresión calculada.

CVT. Se presentan los costos obtenidos en cada uno de los establos de la muestra. En la figura 19 se muestra la ecuación matemática que describe la relación directa de los CVT con el número de animales en cada establo.

CT. Estos costos se calcularon mediante la suma aritmética de los CFT y los CVT de cada establo. En la figura 20 se exhibe la expresión matemática que describe una relación positiva entre los CT de las UPL y el número de animales en cada una de ellas.

CPL. Esta erogación resultó de la suma efectuada entre los CFT y los CVT por litro de leche producida en cada uno de los establos. Además, se obtuvo la ecuación que sugiere que no existe relación de los CPL con el total de animales en cada UPL (figura 21).

IBT. Resultaron de la multiplicación del precio promedio de venta por litro de leche y la producción láctea promedio mensual en cada UPL. La relación de los IBT con el número de animales en las UPL es positiva como lo indica la ecuación matemática de la figura 22.

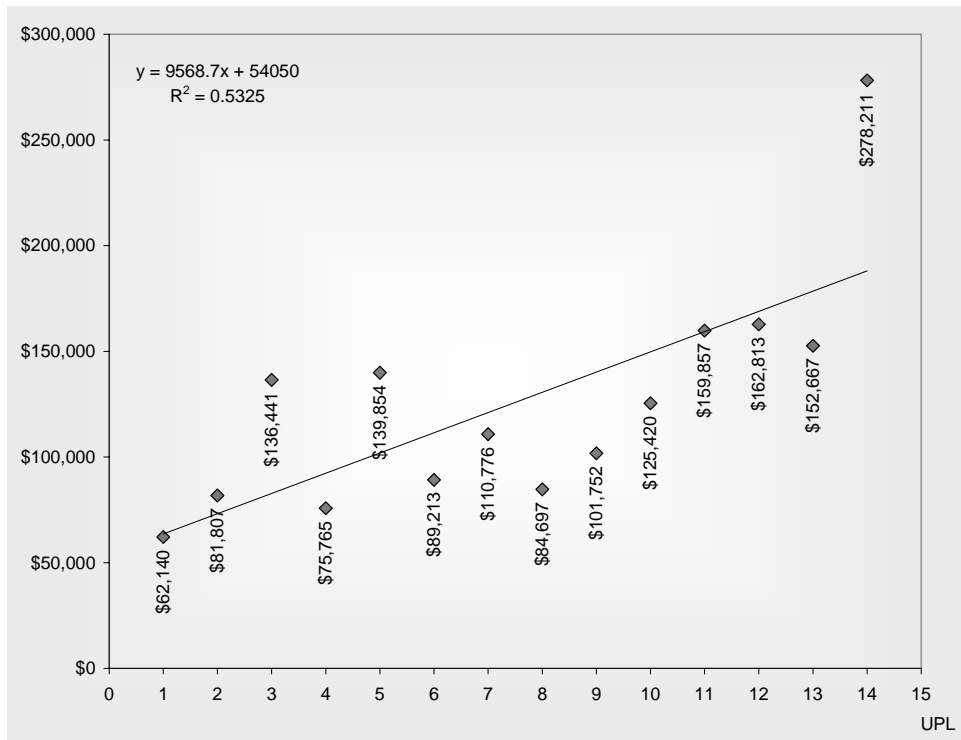


Figura 18. Costos fijos totales por UPL.

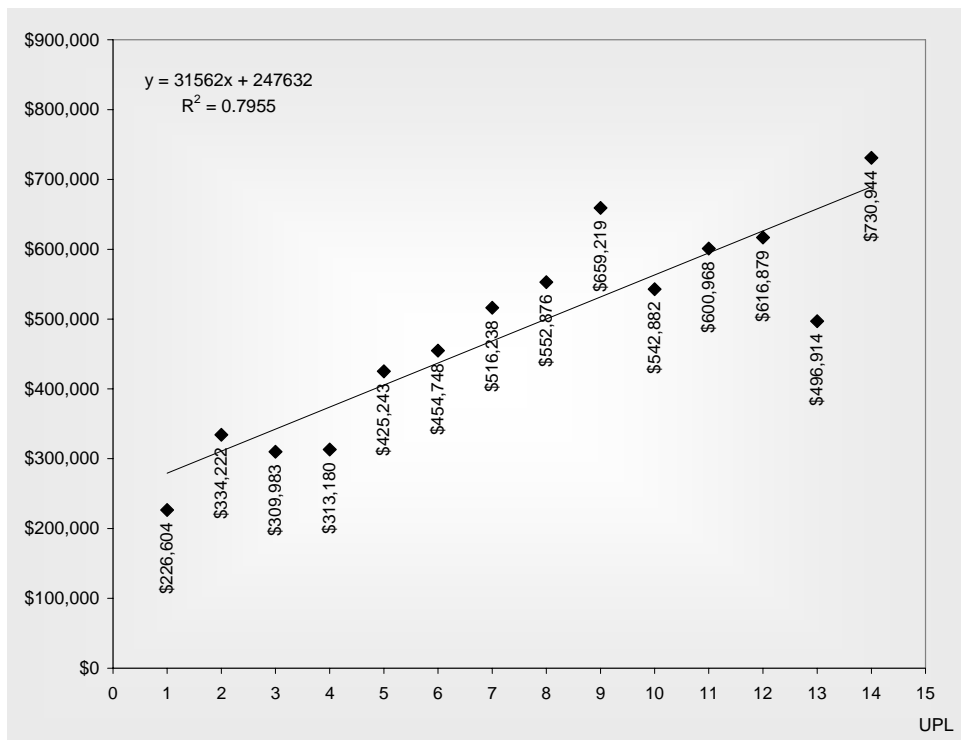


Figura 19. Costos variables totales por UPL.

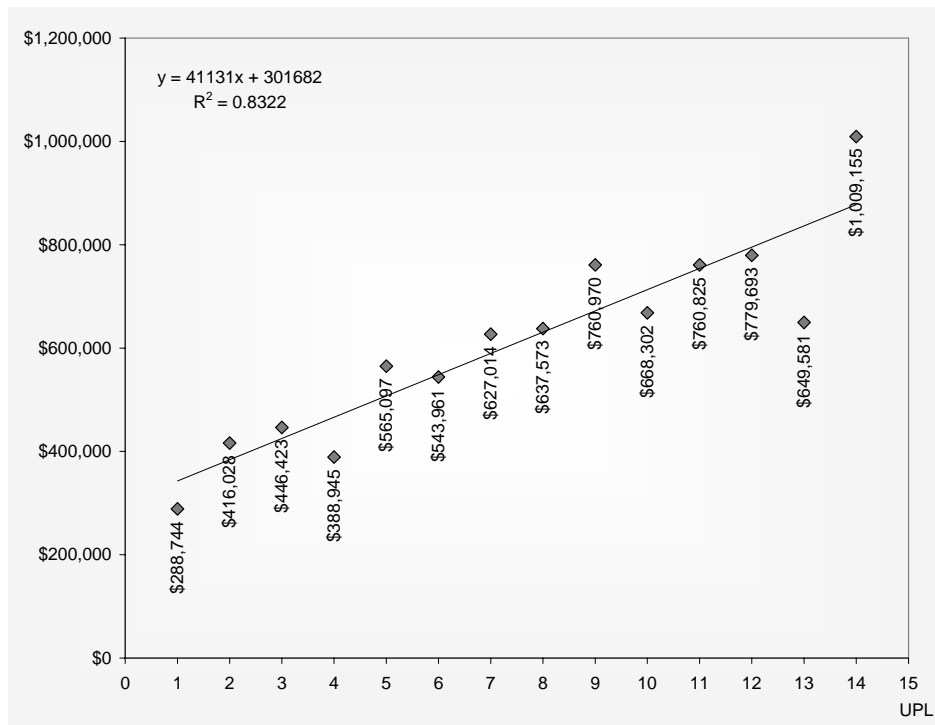


Figura 20. Costos totales mensuales por UPL.

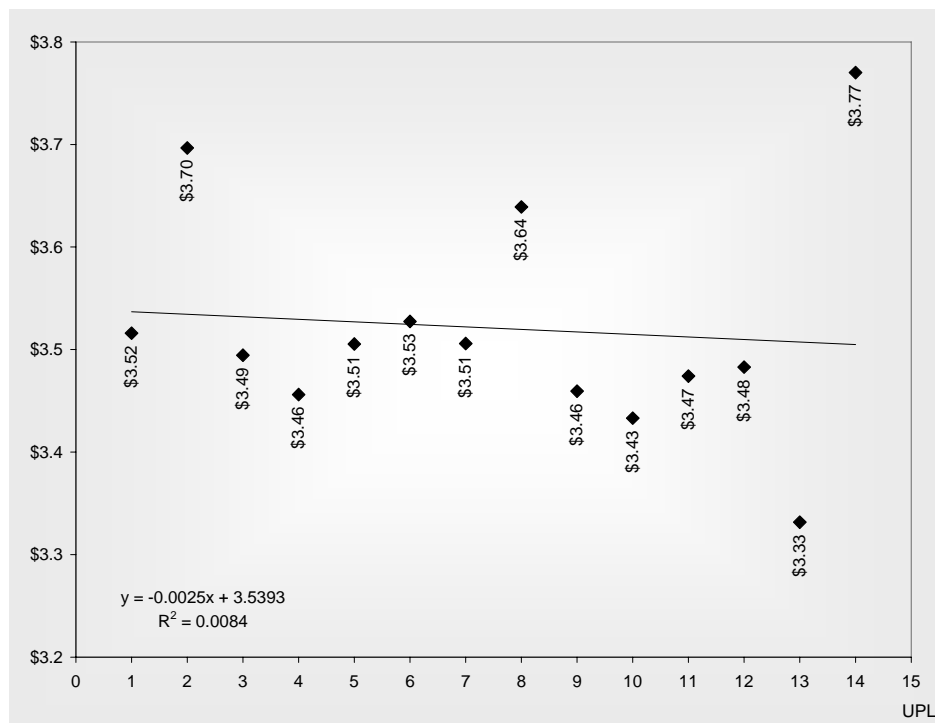


Figura 21. Costos de producción por litro de leche producida por UPL.

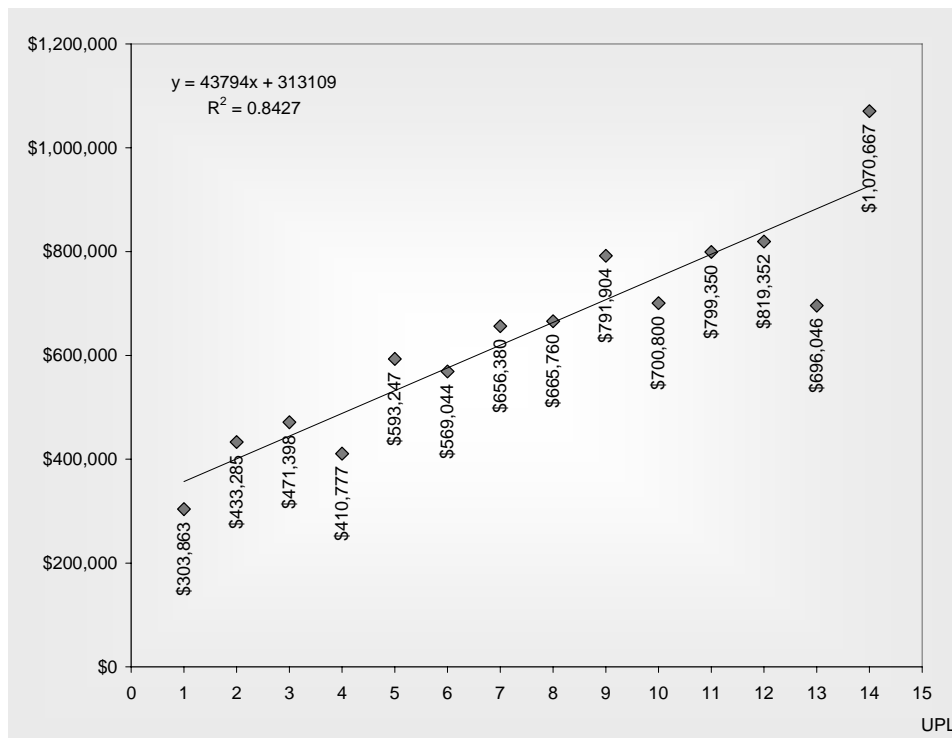


Figura 22. Ingresos brutos totales mensuales por UPL.

UNL. Los valores se obtuvieron restando al precio de venta por litro de leche producida, el valor del costo de producción por litro del lácteo. La ecuación que expresa la nula relación de esta utilidad con el total de bovinos en las UPL se muestra en la figura 23.

UE. Esta utilidad se obtuvo al realizar la multiplicación de los valores de producción en litros por la UNL, o bien, restandole a los IBT el valor de los CT de producción en cada UPL. En la figura 24 se presenta la igualdad matemática que manifiesta la relación positiva entre la UE con el número de cabezas en cada hato.

UEV. La utilidad se estimó dividiendo la UN de la producción láctea entre el número promedio de animales en cada UPL. Se calculó la tendencia matemática que muestra la nula relación entre ambos índices (figura 25).

RBC. Este índice se obtuvo mediante el cociente de los IBT y los CT mensuales. Se obtuvo la ecuación que describe que el comportamiento de la RBC no tiene correspondencia con el total de bovinos en cada UPL (figura 26).

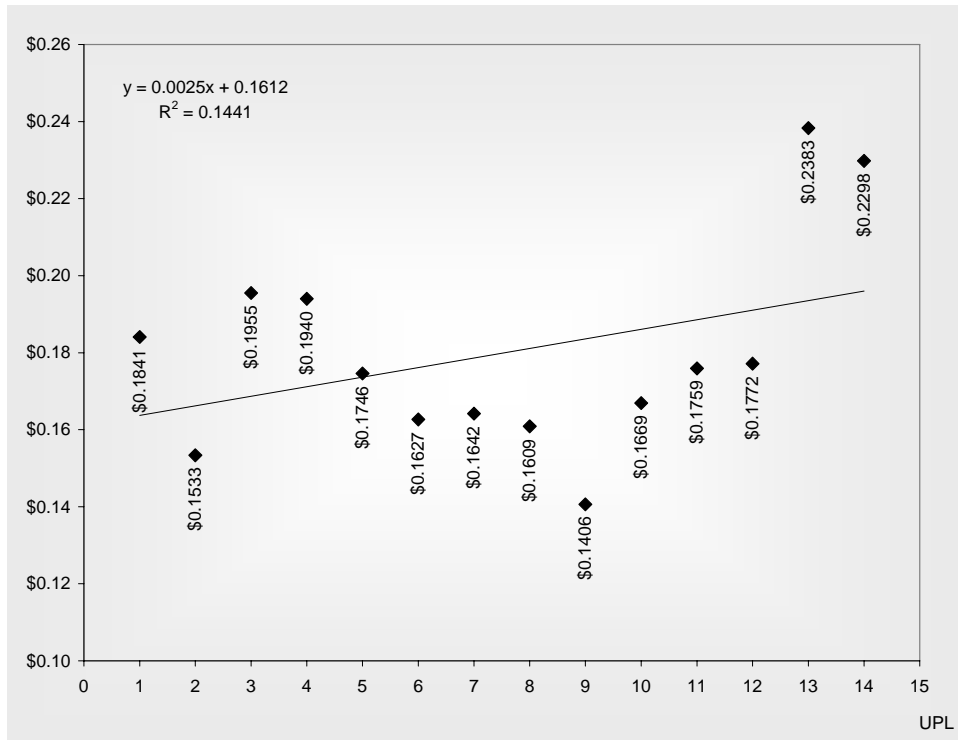


Figura 23. Utilidad neta por litro de leche producida por UPL.

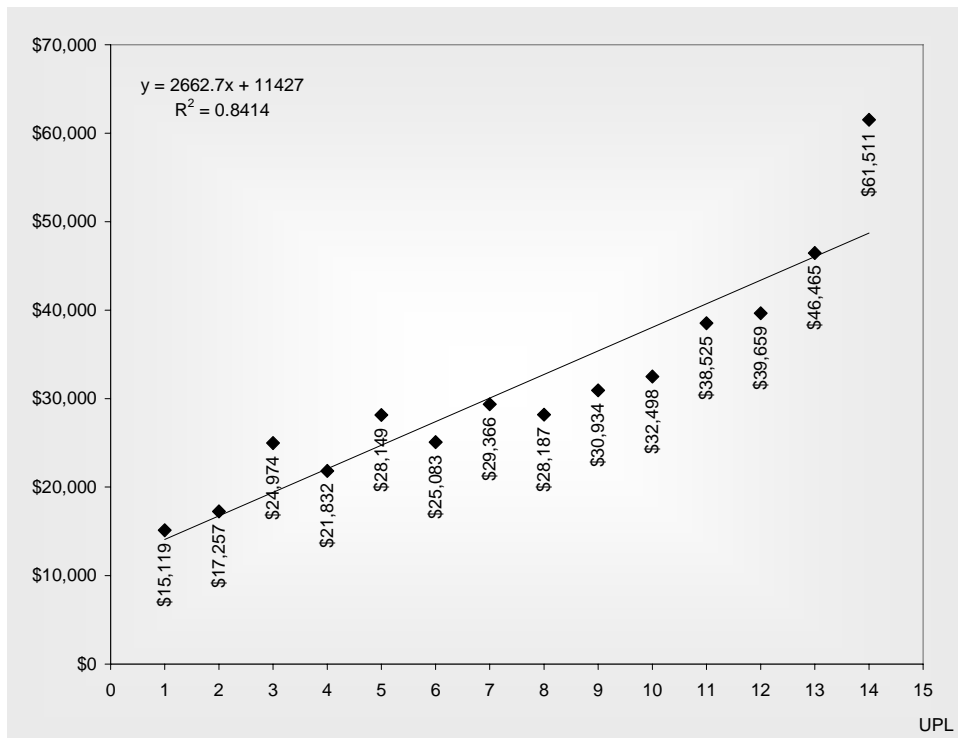


Figura 24. Utilidad económica mensual por UPL.

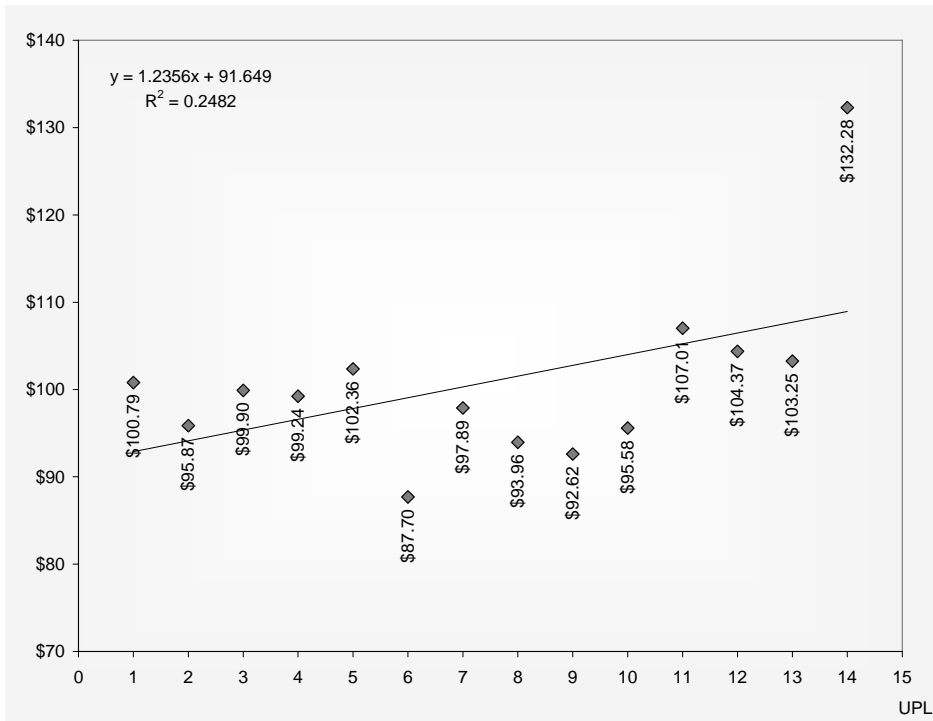


Figura 25. Utilidad económica mensual por vaca por UPL.

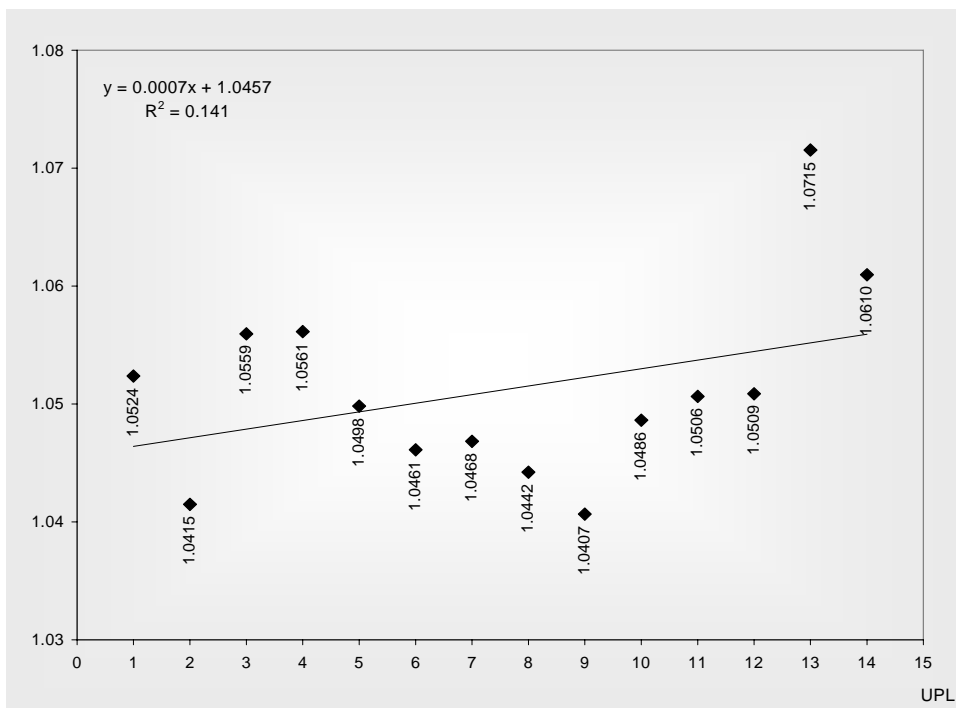


Figura 26. Relación beneficio costo por UPL.

4.6. CORRELACIÓN ENTRE LOS PR Y LOS IE EN EL CAITSA

Para diagnosticar el vínculo existente entre los PR con la productividad y rentabilidad económica en las UPL que integraron la muestra de estudio, se realizó una matriz de correlaciones entre las variables correspondientes a los objetivos del presente trabajo (cuadro 28).

Cuadro 28. Correlación entre los parámetros reproductivos y los índices económicos.

	IBT	UNL	UEM	UEV	RBC
SxC	-0.5419*	-0.2050	-0.5030*	-0.2225	-0.2439
P1erS	-0.0515	0.0700	-0.0381	-0.0921	0.1501
DA	-0.6271*	-0.0706	-0.5436*	-0.2933	-0.0419
IEP	-0.2765	-0.0858	-0.2852	-0.1966	-0.0937
PG	0.2103	-0.0775	0.1337	-0.0008	-0.0089
RE	-0.3888	-0.3171	-0.4415	-0.4018	-0.3154
ABT	-0.0431	-0.1249	-0.1041	-0.0027	-0.1696
NM	-0.4760	0.1649	-0.3318	-0.1153	0.2051
MOM	-0.4093	-0.1640	-0.4328	-0.2781	-0.1971

(*) Correlación estadísticamente significativa al nivel 0.05 (bilateral).

Donde:

SxC: Servicios por concepción.

P1erS: Intervalo parto a primer servicio.

DA: Días abiertos.

IEP: Intervalo entre partos.

PG: Período de gestación.

RE: Porcentaje de reabsorciones embrionarias.

ABT: Porcentaje de abortos.

NM: Porcentaje de nacidos muertos.

MOM: Porcentaje de momificaciones.

BT: Ingresos brutos totales.

UNL: Utilidad neta por litro de leche.

UEM: Utilidad económica mensual.

UEV: Utilidad económica por vaca.

RBC: Relación beneficio-costos.

De acuerdo al cuadro anterior, los SxC presentaron una correlación negativa y estadísticamente significativa ($P < 0.05$) con los IBT (-0.5419) y con la UEM (-0.5030). De igual forma, los DA presentaron correlaciones negativas y estadísticamente significativas con los IBT (-0.6271) y con la UEM (-0.5436).

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El propósito principal del presente trabajo fue realizar una caracterización de las UPL que integran al CAITSA, analizar los parámetros reproductivos y los índices económicos (a nivel global, estratificado e individual); así como la correlación existente entre ambas variables. Es decir, establecer si los parámetros reproductivos resultan un factor determinante en la productividad y rentabilidad en las UPL.

En primer lugar, se encontraron diferencias importantes en el funcionamiento general de las UPL. Esta situación está influenciada por variables económicas, socio-psicológicas y de perfiles de decisión, las cuales son representativas de la capacidad desarrollada por los ganaderos en cuanto a políticas de administración y funcionamiento. Es decir, hay una gran variedad de integración en los perfiles representativos de los objetivos, toma de decisiones y flujos de información preferidas por cada productor. Estos perfiles, junto con las características de cada estable, tienen un impacto en el funcionamiento global de los mismos. Los factores determinantes incluyen el manejo nutricional, estrategias reproductivas (DC y variaciones en los PR como SxC e P1erS), registros observacionales y de salud animal. Donde existe la mayor influencia es la producción láctea por vaca, margen de utilidad general, tasa de retorno del capital de trabajo y de eficiencia en general (Gröhn y Rajala-Schultz, 2000; O'Callaghan *et al.*, 2000; Bigras-Poilina *et al.*, 2002; Solano *et al.*, 2005).

Por su parte, en los tres niveles de análisis, los promedios de SxC, DA e IEP fueron superiores a los valores óptimos y zootécnicos propuestos; en el caso del P1erS, el promedio fue sensiblemente menor en comparación a tales valores. Esto se afirma debido a que la prueba estadística *t* mostró valores superiores a dos unidades para todos los casos ($P < 0.05$). Estos resultados señalan que el desempeño reproductivo en las UPL del CAITSA es deficiente y que son necesarios cambios generales en lo que respecta al manejo animal.

Igualmente, en los tres niveles de análisis, la ocurrencia de trastornos reproductivos (RE, NM y MOM) fue menor a los porcentajes máximos aceptable por hatos en más de tres unidades porcentuales. Así, se estableció que tales trastornos no tuvieron influencia directa sobre la salud reproductiva en las UPL diagnosticadas. En cambio, el porcentaje de ABT fue mayor en dos unidades porcentuales en comparación con el máximo aceptado de 5%. Esto concuerda con un estudio realizado en el CAITSA donde se encontró que el ABT, metritis, quistes ováricos, infertilidad y retención placentaria presentaron las mayores tasas de incidencia. En contraste, las MOM, tumores uterinos, adherencias, partos prematuros, RE, partos distócicos, urovagina y NM tuvieron una menor ocurrencia (Xolalpa *et al.*, 2003b). De acuerdo a esto, el porcentaje de ABT en el CAITSA es el trastorno reproductivo más importante que afecta directamente a los PR (P1erS, DA e IEP) y su ocurrencia es debida principalmente a la presencia de brucelosis, mastitis y neosporosis (en combinación con otros virus y micotoxinas) (Calzada *et al.*, 2002; Xolalpa *et al.*, 2003a y 2003b).

En el análisis por grupos, el E-I (150-249 bovinos y 24.42 litros por vaca) presentó los promedios más altos en todos los PR en comparación con el E-II (250-349 animales y 22.84 litros por vaca) y el E-III (350-450 cabezas y 23.10 litros por vaca). Aunque el comportamiento entre estratos sugiere una relación con el número total de vacas, se encontró que las diferencias están determinadas por la PLVE (efecto de estrato por la producción láctea). Esta situación concuerda con el hecho de que un aumento en el rendimiento lechero genera un deterioro en la fertilidad de los hatos por medio de mayores SxC, altas tasas de concepción al primer servicio, retraso en la ovulación, aumento en la incidencia de calores silenciosos y quistes ováricos (O'Callaghan *et al.*, 2000; Caraviello, 2004; Contreras, 2005).

De igual forma, los trastornos reproductivos por grupo no tuvieron correspondencia con el número de animales; sin embargo, se presentó el mismo efecto de estrato al encontrarse una relación directa con la PLVE. Así, el E-I presentó las mayores incidencias de ABT, NM y MOM en comparación con los E-II y E-III. Esto confirma que los eventos de falla reproductiva pueden estar influenciados por la cantidad de vacas altas productoras en cada grupo. Esto se aviene con la afirmación de que la capacidad lechera tiene efectos negativos en la fertilidad (O'Callaghan *et al.*, 2000; Caraviello, 2004).

En el análisis por UPL, tanto los parámetros reproductivos como los eventos de falla reproductiva, no exhibieron una relación directa con el número de animales en cada establo ni con la producción láctea por vaca. Esto confirma que el desempeño reproductivo tiene un efecto de estrato determinado principalmente por la cantidad de vacas altas productoras y su correspondiente producción láctea.

Las variaciones observadas en los SxC obedecen a las diferencias existentes en la fertilidad de los animales, vacas en fase de retraso provocado por el BEN, discrepancias en la IA (tipo y calidad del semen, fallas en la detección del celo, técnica y destreza para inseminar), diversidad de razas prevalecientes en el CAITSA (H-F, Suiza y/o Jersey, criollos y otras líneas con sus cruza y variaciones ambientales (Nebel, 2001; Gröhn y Rajala-Schultz, 2000; O'Callaghan *et al.*, 2000; Bigras-Poulina *et al.*, 2002; Solano *et al.*, 2005). Además, como este indicador se relaciona con los DA, P1erS e IEP, se infiere una afectación directa para dichos parámetros.

Algunas variables que determinaron el comportamiento del P1erS incluyen la variabilidad de las razas en el CAITSA, edad y número de parto, duración de la gestación, condición corporal, predisposición genética, estación del año (estrés ambiental); problemas nutritivos, metabólicos y hormonales; incidencia de enfermedades; así como deficiencias en la higiene y manejo al parto, cesáreas, partos múltiples, abortos y distocias (Gröhn y Rajala-Schultz, 2000; O'Callaghan *et al.*, 2000; Butler, 2000). Además, los factores más influyentes incluyen la falla en la DC y disminución en el PEV; condicionantes que generan retraso en el reinicio de la actividad ovárica, errores en la eliminación de membranas fetales, y en cambios estructurales y funcionales (Fernández *et al.*, 1994; Evaristo y Echevarría, 1999).

La duración de los DA pudo estar influenciada principalmente por tres factores: (i) PEV (pausa fijada para efectuar el primer servicio post-parto), que permite la reanudación de la actividad cíclica ulterior; SxC, P1erS y ABT. (ii) Eficiencia en la DC que incluye tipo de infraestructura y diseño de los establos, y dispositivos de ayuda. (iii) Tasa de concepción, que se circunscribe a la calidad del semen (fertilidad y manejo), técnica y destreza en la IA, fertilidad de la vaca, salud animal y variaciones climáticas predominantes (Cervantes y Ortega, 1990; De la Rosa *et al.*, 2002; Contreras, 2005). Adicionalmente, se ha estimado que una producción láctea máxima en vacas con DA mayores a 150 días producen menos de una vaquilla por parto y una pérdida de US\$1.37 por vaca/año con cada día adicional en DA mayores a 160 días; con un día adicional, existen pérdidas de US\$0.44 por vaca/año a los 130 DA y de US\$1.71 por vaca/año a los 190 DA (Meadows *et al.*, 2005).

Así mismo, como PR, los DA tienen la limitación de no incluir en su cálculo a las hembras sin diagnóstico de preñez y a las que no han sido inseminadas. Algunos autores (Domecq *et al.*, 1991; Nebel, 2001) afirman que el P1erS refleja la eficiencia en la detección del celo y la tasa de concepción, mientras que los DA muestran el manejo reproductivo global del hato. Diversas investigaciones realizadas en los EEUU señalan pérdidas estimadas en más de US\$300 millones anuales debido a una baja o incorrecta DC; así como una pérdida de US\$2-3 por cada DA sobre los 100 días (Contreras, 2005).

Debido a que el comportamiento del IEP está influenciado por los SxC, P1erS y DA, entre otros, las variables que lo afectan también incluyen la DC, producción láctea, PEV y duración de la gestación (Cervantes y Ortega, 1990; Gasque, 1994; Xolalpa *et al.*, 2003a; Contreras, 2005).

Por su parte, la incidencia de ABT puede estar determinada por una asociación probabilística entre diversas variables en cada estrato y UPL: número de limpiezas-desinfección de las instalaciones, PVLE, tamaño del hato, prevalencia de brucelosis, mastitis, condición corporal, calores perdidos, problemas clínicos post-parto, desplazamiento de abomaso y maltrato a los animales con problemas reproductivos (Calzada *et al.*, 2002; Xolalpa *et al.*, 2003a). Adicionalmente, se ha demostrado que la incidencia de ABT en combinación con cualquier otro evento de falla reproductiva provoca un aumento considerable en la cantidad de DA dentro del CAITSA (Xolalpa *et al.*, 2003b). Esto puede explicar parcialmente que los eventos de falla reproductiva son menores a los porcentajes máximos permitidos, pero que tienen una influencia sobre los PR que difieren de los parámetros óptimos y zootécnicos establecidos, independientemente de nivel de análisis considerado.

Es preciso señalar que las fallas reproductivas (incluyendo distocias, quistes ováricos, RP, metritis y piometra) pueden provocar anestros, infertilidad, alteraciones anatómicas (adherencias, tumores y urovagina), distocias y esterilidad permanente (Xolalpa *et al.*, 2003b). En el caso exclusivo de las distocias y la RP, el efecto es significativo (dependiendo del número de parto y de los niveles de producción) en la disminución de obtención láctea, contenido de grasa y proteína, DA (incremento hasta en 33 días), SxC (aumento de 0.2 dosis) y en la mortalidad de vacas (Rajala-Schultz y Gröhn, 2000). Dependiendo del grado de la distocia (en una escala de 1 -sin problemas- a 5 -extrema dificultad-), el costo de estas mermas es de US\$50 a US\$380 (Dematawena y Berger, 1996).

Por otro lado, las infecciones uterinas (IU) no específicas (contaminación uterina por organismos patógenos provocada muchas veces por una función inmune disminuida) reducen la eficiencia reproductiva y las características potenciales de las UPL como el abatimiento en la producción de leche. Después de la invasión de microorganismos a los 21 días post-parto, se desarrollan severas endometritis provocando infertilidad al primer servicio. Las causas exactas de las IU son desconocidas pero tienen asociación con diversos factores. El desarrollo de metritis incide en vacas con distocia, RP, partos gemelares o prematuros, nacidos muertos y varios desórdenes metabólicos (Lewis, 1996).

Para el caso de la incidencia de abortos, pueden presentarse en cualquier etapa de la gestación y no se considera como una enfermedad específica sino como un signo clínico de algunas enfermedades que perjudican al feto, placenta, aparato reproductor materno o enfermedad sistémica que altera la fertilidad del hato. Aunque existen factores predisponentes como el abatimiento del sistema inmune en épocas críticas (frío o calor), falta de alimento, exceso de lluvias (humedad), inadecuado manejo del hato y sobrepoblación, las mayores causas de aborto incluyen: (i) Inseminación de vacas preñadas. (ii) Factores físicos. (iii) Variables tóxicas (ingestión de alimentos con toxinas, semillas enmohecidas o altos niveles de estrógenos). (iv) Factores hereditarios, nutricionales y metabólicos. (v) Infecciones microbianas que incluyen enfermedades venéreas. (vi) Infecciones bacterianas (brucelosis, *Leptospirosis*, listeriosis, vibriosis). (vii) Afecciones virales (BVD e IBR). (viii) Enfermedades parasitarias (tricomoniasis) o fungales. Todos estos factores causan aborto entre el cuarto y séptimo mes de gestación (Ávila, 1997; Xolalpa *et al.*, 2003b).

Con respecto a los IE, los valores de los CFT, CVT, CT, IBT y UE muestran un comportamiento directamente relacionado con el número de animales en cada nivel de análisis. Contrariamente, los CPL, UNL, UEV y RBC no presentaron correspondencias con el total de bovinos ni con la producción láctea por animal. No obstante, los resultados obtenidos permiten señalar que, aunque existen problemas en cuanto al desempeño reproductivo, se generan ingresos brutos totales mensuales de \$640'903.80 con un beneficio económico mensual de \$31'440.15, que significa una generación de utilidades del 5.16% sobre el capital invertido que permite a los ganaderos continuar con su actividad.

En referencia al comportamiento económico, los modelos fundamentan que las vacas proporcionan una óptima utilidad por los ingresos obtenidos en la venta de leche cuando se tienen IEP de 12-13 meses, esto se logra cuando los animales quedan gestantes entre los 85-115 días post-parto. Un IEP de 13 meses para vaquillas y 12 meses para vacas en lactancias subsiguientes, aumenta al máximo la producción láctea y los beneficios económicos. Algunas vacas de alta producción no vuelven al estro rápidamente después del parto por alcanzar un intervalo promedio, lo que provoca una alteración en el desempeño reproductivo. Esto puede evitarse con el uso de dietas especiales para vacas próximas al parto con la finalidad de reducir los problemas metabólicos (fiebre de leche, retención placentaria) que afectan el tiempo de recuperación post-parto. De esta forma, es más económico invertir en la nutrición durante la etapa de secada que el costo de tratar y/o desechar vacas que presenten dichos problemas metabólicos (De la Rosa *et al.*, 2002).

De acuerdo a las correlaciones encontradas, se muestra que mientras los parámetros reproductivos (SxC y DA) tienden a incrementarse, los índices económicos (IBT y UEM) disminuyen en forma proporcional, independientemente de sus relaciones respectivas con el número total de animales y con dependencia directa con la cantidad de vacas altas productoras y el promedio de producción por vaca en línea. Teóricamente, las correlaciones deberían darse en conjunto para establecer la asociación directa de todos los PR con el total de los IE evaluados en el presente trabajo.

Sin embargo, se concluye que los SxC y DA (parámetros con importante influencia en el desempeño reproductivo), y los IBT y UEM (índices que pueden reflejar el comportamiento económico) pueden ser indicadores significativos de los problemas presentes en el CAITSA en referencia al manejo animal y al limitado desempeño económico de las UPL.

Así, los resultados anteriores concuerdan con la hipótesis de trabajo planteada: las UPL que poseen los mejores parámetros reproductivos también presentan el mejor desempeño reproductivo. Es decir, la hipótesis no se rechaza al encontrarse que el manejo animal (expresado en los parámetros reproductivos) en el CAITSA (en los tres niveles de análisis) tiene una influencia directa (asociación positiva) con los indicadores económicos que miden el ingreso global de las UPL diagnosticadas.

No obstante, aunque los parámetros reproductivos son indicadores importantes del manejo animal, no son las únicas variables que determinan el comportamiento económico de las UPL. Amén de las decisiones particulares de cada productor, se suman los diversos problemas que aquejan al complejo: manejo y eliminación de estiércol, variabilidad en el precio y disponibilidad de los animales de reemplazo, cierre de fronteras para la importación de vaquillas e insumos diversos, disminución de la actividad lechera y los malos manejos administrativos por parte de la gerencia del CAITSA.

Finalmente, para lograr mejoras en el manejo animal, que reflejen un aumento del desempeño reproductivo y económico, es necesario introducir algunos cambios en las UPL: (a) incentivos al personal con programas de premios por asistencia y productividad, así como supervisión en todas las áreas de trabajo; (b) mantenimiento constante y uniforme de las instalaciones con ayuda de una calendarización de actividades; (c) seguimiento de los protocolos de ordeña, manejo al parto y otras prácticas de manejo por medio de capacitación, supervisión y estímulos constantes; (d) empleo de métodos alternos en la detección del celo como el monitoreo continuo durante las 24 horas, uso de becerras androgenizadas, detectores de presión en la monta, podómetros, parches y marcadores; así como el registro detallado para la predicción de celos y partos; (e) utilización de semen de alta calidad; (f) empleo de programas computacionales para el manejo general de los establos y, (g) manejo exclusivo de ganado H-F, entre las más importantes.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Álvarez M., A.G., 2004. *La competitividad del sistema de lácteos en México*. Tercer Seminario Internacional en Reproducción Animal y Producción de Leche y Carne. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
2. Anderson, D.R.; Sweeney, D.J. & Williams, T.A. 1999. *Estadística para administración y economía*. Séptima edición. Thomson Learning Editors. México. pp. 14-16.
3. Anta, E.; Rivera, J.A.; Galina, C.; Porras, A. y Zarco, L. 1989. *Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos II: Parámetros reproductivos*. Veterinaria México. (20):11-18.
4. Ávila, T.S. y Gutiérrez C., A. 2002. *Producción de ganado lechero. Capítulo 4: Criterios a considerar en el diseño de instalaciones para un establo*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 91-142.
5. Berenson, M.L. & Levine, D.M. 2000. *Estadística Básica en Administración. Conceptos y Aplicaciones*. Novena Edición. Prentice-Hall Hispanoamericana. México.
6. Bigras-Poulina, M.; Meca, A.H.; Blackburn, D.J. and Martina, S.W. 2002. *Attitudes, management practices, and herd performance - a study of Ontario dairy farm managers. I. Descriptive aspects*. Preventive Veterinary Medicine. Volume 3, Issue 3. February 2002. Pages: 227-240.
7. Bustamente S., J.; Salazar H., F.I.; Díaz A., E.; Manzano C., C.; Pérez G., R. y Hernández A., L. 2000. *Estudio bacteriológico y serológico de brucelosis en vacas revacunadas con dosis reducida de Cepa 19 de Brucella abortus*. Téc.Pecu.Méx. 38(1)35-42.
8. Butler, W.R. 2000. *Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle*. Animal Reproduction Science. (60-61):449-457.
9. CAITSA, 2004. *Situación actual y censo de población de vacas lecheras del Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca, Hidalgo*. México. pp. 30. (Mimeo).
10. Calzada C., P.; Morales S., E.; Quiroz-Rocha, G.F.; Salmerón S., F.; García O., C. y Hernández B., J. 2002. *Valores hematológicos en vacas de raza Holstein-Friesian seropositivas a Neospora caninum de la cuenca lechera de Tizayuca, Hidalgo, México*. Veterinaria México. 33(2):119-124.
11. Caraviello, D.Z. 2004. *Tópicos de fertilidad en vacas de alta producción*. Novedades lácteas. Reproducción y Genética No. 611. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Comité de Directores del Sistema de la Universidad de Wisconsin. Universidad de Wisconsin-Madison. E.U.A. 10 pág.
12. Cervantes E., F. y Ortega S., J.L. 1990. *Inseminación artificial en el ganado bovino*. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Durango, México. pp. 49-52.
13. Cervantes E., F.; Santoyo C., H. y Alvarez M., A.G. 2001. *Lechería Familiar: Factores de éxito para el negocio*. Universidad Autónoma Chapingo; CIESTAAM-PIAI; CONACYT; Plaza y Valdés. México, D.F. pp. 15-18.

14. Chagoya, F.J.L.; González, O.O.; González O.E. y González, B.P. 2002. *Evolución de los parámetros reproductivos de los hatos de ganado bovino del GGAVATT Tepetzintla, Veracruz*. XXVI Congreso nacional de Buiatría. Acapulco, Guerrero; México. 11 al 13 de Julio. pp. 191-192.
15. Coleman, D.A.; Thayne, W.V. and Dailey, R.A. 1985. *Factors affecting reproductive performance of dairy cows*. Journal of Dairy Science. 68(7):1793-803.
16. Contreras M., E. 2005. *Evaluación de factores que afectan la fertilidad en un rebaño lechero de producción intensiva en la región metropolitana*. Tesis de Licenciatura. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Departamento de Ciencias Animales. Septiembre 2005. Santiago de Chile.
17. De la Rosa, R.R.M.A.; Osnaya, G.F. y Pérez, G.R. 2002. *Análisis integral de los días abiertos en la eficiencia reproductiva de un hato lechero*. En: XXVI Congreso nacional de Buiatría. Acapulco, Guerrero; México. 11 al 13 de Julio. pp. 201-202.
18. Dematawena, C.M.B. and Berger, P.J. 1996. *Effect of dystocia on yield, fertility, and cow losses and an economic evaluation of dystocia scores for Holsteins*. Journal of Dairy Science. October, 1996.
19. Domecq, J.; Nebel, R.; McGilliard, M. and Pasquino, A. 1991. *Expert System for evaluation of reproductive performance and management*. Journal of Dairy Science. (74):3446-3543.
20. Doménech M., J.M. 1993. *Comparación de medias*. Métodos estadísticos en Ciencias de la Salud. Unidad Didáctica 10. Editorial Gráficas Signo. Barcelona, España. pág. 7-8.
21. Ducoing W., A. y Lecumberri L., J. 2004. *Elementos de Estadística y Probabilidad aplicados a Medicina Veterinaria y Zootecnia*. (Sin publicar). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. pág. 19-25.
22. Echevarria L., T.; Ferrugem M., J.C. y Alves P., C. 2001. *Eficiência produtiva e reprodutiva em vacas leiteiras*. Ciencia Rural, Santa Maria. 31(3):467-472.
23. Esslemont, R.J. and Kossaibati, M.A. 2000. *The use of databases to manage fertility*. Animal Reproduction Science. (60-61): 725-741.
24. Evaristo R., R. y Echevarría C., L. 1999. *Factores que afectan el intervalo parto primer servicio en vacas lecheras de crianza intensiva*. Rev. Inv. Vet. Perú. 1999. 10(2):22-26. Editores: J. Otero I. y R. de la Piedra. Lima, Perú.
25. FAO, 2004. *The Statistics Division, Economic and Social Department*, FAO (2004). Home page: http://www.fao.org/es/ess/index_en.asp y <http://fao.org/ag/aga/glipha/index.jsp>
26. Fernández, de C.L.; Morán, D.E. y Fernández, R.A. 1994. *Reproducción aplicada en el ganado bovino lechero*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Sistema de Universidad Abierta. México, D.F. pp. 58-88.
27. Gasque, G.R. 1994. *Guía de normas técnicas en ganadería lechera*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. pág. 23.
28. González H., M. y Salcedo B., I. 1994. *El estado y la ganadería de leche: El Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca (CAIT)*. Dirección General Académica. Subdirección de Investigación y Servicio Diagnóstico Externo. Producción y Comercialización de Lácteos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 62 pág.

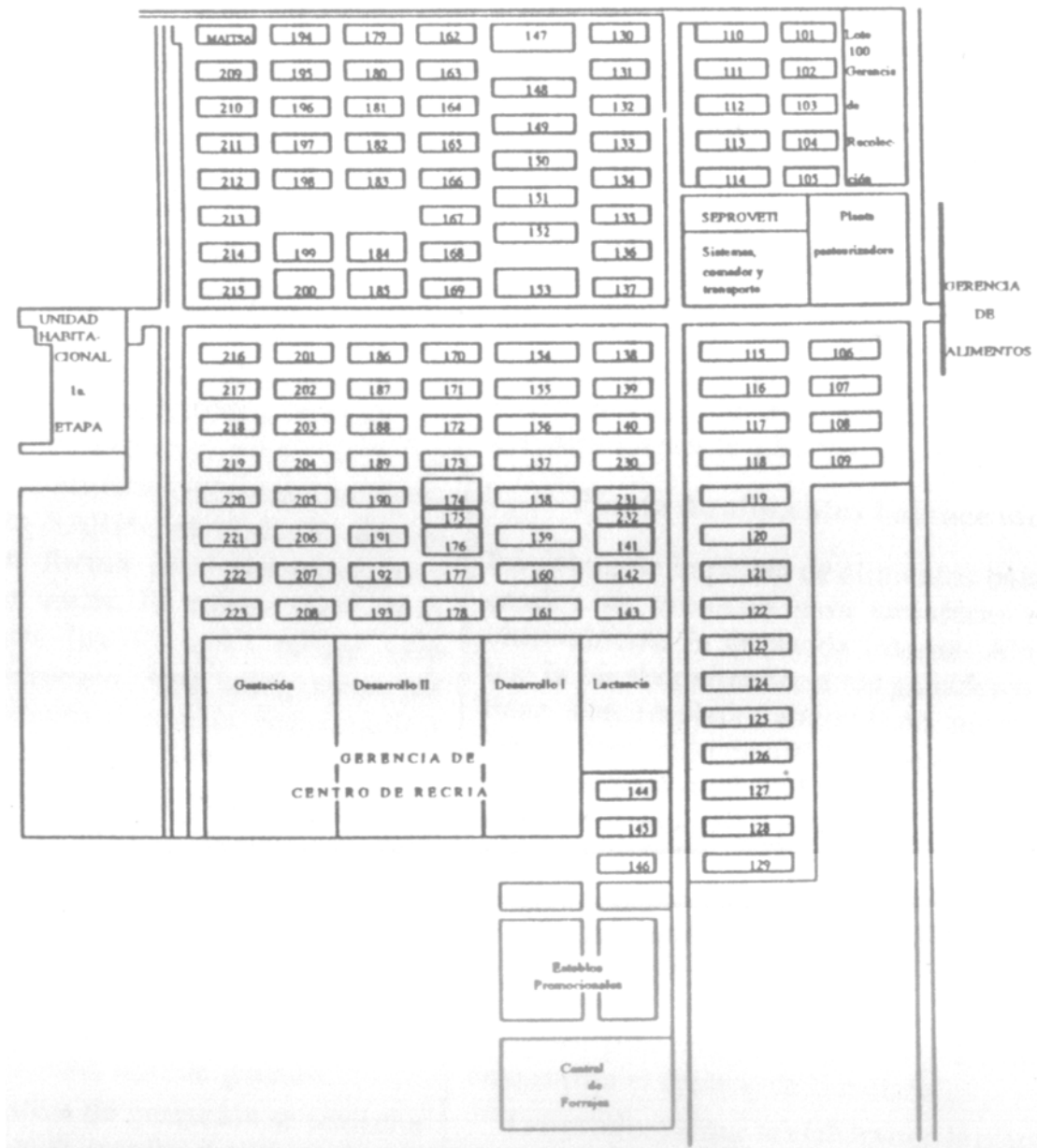
29. Gröhn, Y.T. and Rajala-Schultz. 2000. *Epidemiology of reproductive performance in dairy cows*. Animal Reproduction Science. Volumes: 60-61. July 2000. Pages: 605-614.
30. Hafez, E.S.E. 1996. *Reproducción e inseminación artificial en animales*. Sexta edición. McGraw Hill. Interamericana. México, D.F. pp. 216-221, 404-411.
31. INEGI, 2004. Instituto de Estadística, Geografía e Informática. *Información Geográfica. Carta Topográfica, 1:50000*. Disponible en: <http://www.inegi.com.mx>
32. INFDM, 2004. Enciclopedia de los Municipios de México. *Tizayuca, Estado de Hidalgo*. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INFDM). Gobierno del Estado de Hidalgo. En: <http://www.e-local.gob.mx/enciclo/hidalgo/municipios/13069a.htm>
33. Kadarmideen, H.N.; Thompson, R. and Simm, G. 2000. *Linear and threshold model genetic parameters for disease, fertility and milk production in dairy cattle*. Animal Science. 71:411-419.
34. Lewis, G.S. 1996. *Uterine health and disorders*. Journal of Dairy Science. May, 1996.
35. Maynard, A.L. 1989. *Animal Nutrition*. McGraw Hill. USA. pp. 482.
36. McDonald, L.E. y Pineda, M.H. 1991. *Endocrinología veterinaria y reproducción*. Interamericana- McGraw Hill. México, D.F. pp. 379-387.
37. Meadows, C.; Rajala-Schultz, P.J. and Frazer, G.S. 2005. *A spreadsheet-based model demonstrating the nonuniform economics effects of varying reproductive performance in Ohio Dairy Herds*. Journal of Dairy Science. 88:1244-1254. American Dairy Science Association.
38. Medina C., M. 1994. *Medicina productiva en la crianza de becerras lecheras*. Uteha-Noriega Editores. México, D.F. pp. 235-306.
39. Meléndez G., J.R. y Loza A., C.V. 2002. *Administración pecuaria. Bovinos. Capítulo V: Control*. División Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 115-214.
40. Mendoza, M.G.D. y Ricalde, V.R. 1994. *Procesos de producción de leche*. Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco. México, D.F. pp. 75-80.
41. Nebel, R.L. 2001. *Evaluación de la eficiencia reproductiva*. III Jornada Internacional en Producción de Leche. Universidad de Chile. pp. 71-82.
42. O'Callaghan, D.; Lozanot, J.M.; Fahey, J.; Gath, V.; Snijders, S. and Boland, M.P. 2000. *Recent developments in the effect of nutrition on fertility in dairy cows*. Irish Veterinary Journal. Volume 53(8):417-425. August, 2000.
43. Panaitova, M. and Gadzheu, D. 1998. *Phenotypic characteristics of dairy and reproductive performance in rodopi; cow in Bulgaria* (Abstract).
44. Patel, J.A.; Tajane, K.R.; Murthy, K.S.; Dalal, P.S. and Dutta, K.S. 1999. *Reproductive performance of gir cattle*. Indian Journal Dairy Science. 52(2): 124-125.
45. Pryce, J.E.; Coffey, M.P. and Brotherstone, K. 2000. *The genetic relationship between calvin interval, body condition score and linear type and management traits in registered Holsteins*. Journal of Dairy Science. 83:2664-2671.
46. Rajala-Schultz, P.J. and Gröhn, Y.T. 2000. *Effects of dystocia, retained placenta, and metritis on milk yield in dairy cows*. Journal of Dairy Science. 10(1):30-41.
47. Reksen, O.; Tverdal, A.I.; Ropstad, E. 1999. *A comparative study of reproductive performance in organic and conventional dairy husbandry*. Journal of Dairy Science. (82):2605-2610.

48. Rivera, J.A.; Anta, E.; Galina, C.; Porras, A. y Zarco, L. 1989. *Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos III: Factores que la afectan*. Veterinaria México 20:19-26.
49. Roche, J.F.; Mackey, D. and Diskin, M.D. 2000. *Reproductive management of postpartum cows*. Animal Reproduction Science. 60(6):703-712.
50. SAGARPA, 2005. *Fortalece SAGARPA el repoblamiento del hato ganadero lechero del país*. Boletín del 15 de julio de 2005. Ganadería.com.mx. D.R. 2003-2005.
51. SIACON, 2005. *Sistema de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)*, SAGARPA.
52. Silva, H.W.; Wilcox, C.J.; Thatcher, W.W.; Becker, R.B. y Morse, D. 1991. *Factors affecting days open, gestation length, and calving interval in Florida dairy cattle*. Journal of Dairy Science. July 12, 1991.
53. Solano, C.; León, H.; Pérez, E.; Tole, L.; Faecett, R.H. y Herrero, M. 2005. *Using farmer decision-making profiles and managerial capacity as predictors of farm management and performance in Costa Rica dairy farms*. Agricultural Systems. Article in Press. Available online August, 2005.
54. SPSS, 2003. *Command Syntax Reference*. SPSS ® 12.0 Copyright ® 2003 by SPSS Inc. All rights reserved. U.S.A. pp. 40-43, 235-279 y 1575-1582.
55. Swanson, K.W. 2004. *Vaccination Programs*. Nutrition Management Guides. Hubbard Feeds©, Inc. U.S.A.
56. Trueta S., R. 2004. *Proyectos ganaderos. Capítulo 9. Indices de rentabilidad*. (Sin publicar). Departamento de Economía y Administración. División de Estudios de Posgrado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pág. 158-185.
57. Velásquez P., A.M.P. 1996. *Calculo de costos en agronegocios: Definiciones y análisis*. Curso de administración de empresas agropecuarias. Memorias. Guadalajara-Monterrey, México. pp. 12-35.
58. Westwood, C.T.; Lean, I.J. and Garvin, J.K. 2002. *Factors Influencing Fertility of Holstein Dairy Cows: A Multivariate Description*. Journal of Dairy Science. 85:3225-3237.
59. Xolalpa, C.V.; Pérez Ruano, M. y García, O.C. 2003a. *Factores asociados a eventos de falla reproductiva de los bovinos hembras del Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca (CAITSA), Hidalgo, México, durante el período de 2000 a 2001*. Rev. Salud Animal. Vol. 25 No.2 (2003):129-137.
60. Xolalpa, C.V.; Pérez Ruano, M. y García, O.C. 2003b. *Incidencia de eventos de falla reproductiva y su impacto sobre el intervalo parto-concepción (días abiertos) de bovinos hembras de la cuenca lechera de Tizayuca Hidalgo, México, durante los años 2001 y 2002*. Rev. Salud Animal. Vol. 25 No.1 (2003):45-49.

ANEXOS

ANEXO I

Croquis de localización de los establos y Gerencias del CAITSA.



Fuente: CAITSA, Antecedentes, evolución y situación actual del Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca Hidalgo. México, julio de 1992. *Tomado de* González y Salcedo, 1994.

ANEXO II

Censo poblacional ganadero de la Asociación de Ganaderos del CAITSA.

Número de establo	Total de animales	Número de establo	Total de animales	Número de establo	Total de animales
015	0	001	151	095	263
016	0	010	153	096	264
017	0	058	155	097	270
018	0	059	156	006	271
019	0	060	159	098	272
020	0	061	160	099	278
021	0	062	161	100	280
022	0	063	161	101	280
023	0	064	162	102	280
024	0	065	163	103	281
025	0	066	167	104	285
026	0	067	168	105	289
027	19	068	168	106	300
028	54	069	169	107	302
029	56	070	175	108	305
030	63	071	175	109	305
031	66	072	177	110	308
032	71	073	177	111	310
033	72	074	178	112	310
034	72	011	180	007	324
035	82	075	186	004	334
036	83	076	188	014	342
037	83	077	190	113	343
038	83	078	191	114	346
039	89	079	192	115	358
040	91	080	192	012	358
041	92	081	193	116	360
042	104	082	193	117	363
043	104	083	194	009	369
044	105	008	196	118	374
045	109	005	204	119	380
046	114	084	211	120	383
047	115	085	224	121	385
048	115	086	231	122	396
049	119	087	233	003	409
050	120	088	235	123	414
051	120	013	236	124	430
052	121	089	243	125	444
053	128	090	244	126	461
054	133	091	253	127	493
055	135	092	253	002	564
056	148	093	259	Total CAITSA	Total animales
057	149	094	260	127 establos	25'414

Fuente: CAITSA, 2004. Situación actual y censo de población de vacas lecheras del Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca, Hidalgo. México. pp. 30. (Mimeo).

ANEXO III

CUESTIONARIO DIRIGIDO A LOS PRODUCTORES LECHEROS DEL COMPLEJO AGROPECUARIO E INDUSTRIAL DE TIZAYUCA, HIDALGO, S.A. DE C.V.

Objetivo: Obtener información acerca de la situación general de los establos, datos generales de los mismos, calidad de la leche producida, tipo y condición de las instalaciones, condición del ganado en cuanto a su alimentación, manejo y reproducción; así como asistencia técnica; y aspectos administrativos y financieros.

DATOS GENERALES

1. Número de Establo _____
2. Nombre y edad del propietario _____
3. Profesión y otras ocupaciones _____
4. Años de funcionamiento _____
5. ¿Quién inició el negocio? _____
6. ¿Quiénes viven en su casa y a qué se dedican?

Nombre	Parentesco	Sexo	Edad	Ocupación

7. Nombre del administrador y profesión _____
8. Condición del establo.
 - a. Propio _____
 - b. Renta _____
9. ¿El establo tiene una misión empresarial?
 - a. Si () especifique _____
 - b. No ()
10. ¿Además de leche, qué productos obtiene del ganado?
 - a. Becerros destetados ()
 - b. Reemplazos ()
 - c. Sementales ()
 - d. Otros ()

DATOS DEL ESTABLO

1. Raza de la mayoría del ganado

- a. Holstein-Friesian ()
- b. Suizo ()
- c. Criollas ()
- d. Otras () especifique _____

2. Número de vacas.

- a. En ható _____
- c. En línea (producción) _____
- d. Secas _____
- e. Becerras _____
- f. Becerros _____
- g. Sementales _____

2. Condiciones del ganado

- a. Propio ()
- b. Sociedad ()

3. ¿Existe algún tipo de convenio?

- a. Escrito ()
- b. Verbal ()
- c. Otro () especifique _____

4. ¿Aprovecha toda la superficie del establo?

- a. Si ()
- b. No () ¿por qué motivos no lo ocupa? _____

5. Forma de reposición usada en el establo.

- a. Compra de vaquillas _____
 - i. Precio al parto _____
 - ii. Lugar de origen _____
- b. Recría _____

6. Alimentos suministrados a los animales.

Etapa	Productividad	Número de animales	Alimento	Cantidad (Kg)	Costo (\$)
Becerras lactantes	1-2 días		Calostro		
	3 días - 2 semanas		Sustituto de leche		
	2.5-3 meses		Iniciador		
Destete	2-3 meses		Alfalfa achicalada		
	3-6 meses		Alfalfa Concentrado		
	6-12 meses		Avena 80% Alfalfa 20% Silo Concentrado		
Producción	Baja		Alfalfa achicalada Silo de maíz Concentrado		
	Mediana		Alfalfa achicalada Silo de maíz Concentrado		
	Alta		Alfalfa achicalada Silo de maíz Concentrado		
Secas	Primeras 3 semanas		Alfalfa achicalada Silo de maíz		
	3 semanas antes del parto		Alfalfa achicalada Silo de maíz Concentrado		
Gestantes	15 a 24 meses		Alfalfa Silo de maíz Concentrado		
Desechos	-----				
			Vitaminas: Vigantol ADE Complejo B Extracto de Hígado		

7. Origen del forraje

- a. Autoabastecimiento _____
- b. Proveedores _____

8. ¿Cuenta con asistencia técnica?

- a. Si () pase a la siguiente pregunta.
- b. No ()

9. Asesoría técnica.

Institución	Tipo de asesoría	Costo

10. ¿Qué método utiliza para la reproducción de sus animales?

Método utilizado	Origen	Precio
Inseminación artificial	Semen	
Monta natural	Sementales	
Otros	Especifique	

11. ¿Qué vacuna suministra al ganado y su frecuencia?

- a. _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____
- e. _____
- f. _____
- g. _____
- h. _____

12. ¿Qué desparasitantes suministra al ganado y su frecuencia?

- a. _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____
- e. _____
- f. _____
- g. _____
- h. _____

13. ¿Qué otros servicios de sanidad recibe el ganado y su frecuencia?

- a. _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____
- e. _____
- f. _____
- g. _____
- h. _____

14. ¿Con qué instalaciones cuenta?

- a. _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____
- e. _____
- f. _____
- g. _____

15. ¿Con qué frecuencia da mantenimiento a sus instalaciones? _____

PRODUCCIÓN DE LECHE

1. ¿Cuál es la producción de leche al día?

- a. En hato
 - i. Epoca de sequía _____
 - ii. Epoca de lluvias _____
- b. En línea
 - i. Epoca de sequía _____
 - ii. Epoca de lluvias _____

2. ¿Cuántas veces ordeña al día?

- a. Una ()
- b. Dos ()
- c. Tres ()
- d. Otro ()

3. ¿Tiene diferencias de producción a lo largo del año?

- a. Si () ¿en qué cantidad? _____
- b. No ()

4. ¿Cuál es el destino principal de la leche que produce? _____

- a. Nombre de la empresa _____
- b. Precio pagado por litro de leche _____
- c. Apoyos que recibe de la empresa _____
- d. Compromisos con la empresa _____
- e. Criterios de premios y castigos a la calidad _____

5. ¿Existe algún convenio con su principal comprador?

- a. Si ()
 - i. Escrito ()
 - ii. Verbal ()
 - iii. Otro () especifique _____
- b. No ()

6. ¿Cuál es el precio base o promedio que le pagan por litro de leche vendido? _____
7. ¿Cuál es la forma de pago? _____
8. ¿Existen primas o penalizaciones por la calidad de la leche que produce?
- a. Si () especifique _____
- b. No ()
9. ¿Existen condiciones impuestas por el comprador en cuanto a la alimentación, sanidad, ordeña y almacenamiento de la leche que produce?
- a. Si () especifique _____
- b. No ()
10. ¿Realiza pruebas de calidad para la leche que produce?
- a. Si () ¿Cuáles?, especifique _____
- b. No ()
11. ¿Cambia de comprador durante la época de baja producción?
- a. Si () motivos _____
- b. No ()

ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL ESTABLO

1. ¿Cuáles son los cinco elementos que integran sus costos?

Elementos (en orden jerárquico)	Porcentaje de participación

2. ¿En qué porcentaje se han incrementado los costos de producción en los últimos cinco años?
- a. Menos del 10% ()
- b. Entre 10% y 20% ()
- c. Entre 20 y 30% ()
- d. Más del 30% ()
3. ¿En qué porcentaje se ha incrementado el precio de venta de la leche en los últimos cinco años?
- a. Menos del 10% ()
- b. Menos del 10% ()
- c. Entre 10% y 20% ()
- d. Entre 20 y 30% ()
- e. Más del 30% ()

4. Costos e inversiones.

Concepto	Valor aproximado (\$)
Total de animales	
Producción mensual (l)	
Producción diaria (l)	
Producción por vaca al día (l)	
Precio de venta	
Gastos mensuales del establo	
Alimentación	
Medicamentos	
Mantenimiento de vehículos	
Energía eléctrica	
Productos de limpieza	
Reemplazos	
Sanidad en general	
Planta de luz	
Teléfono	
Agua	
Gas	
Mantenimiento de vehículos	
Combustibles y lubricantes	
Detergentes y selladores	
Inseminación artificial	
Equipo de inseminación	
Mano de obra	
Prestaciones	
Camas	
Mantenimiento equipo de ordeña	
Tanque de enfriamiento	
Honorarios MVZ	
Renta (en su caso)	
Impuestos	
Seguridad Social	
Mantenimiento en general	
Precio de venta de la leche	
Ingresos totales	
Utilidad por litro	
Ganancia total mensual	
Costo por litro de leche	
Costo de recría	
Inversión total	

5. Personal que trabaja en el establo.

Puesto	Número de personas	Sueldo semanal promedio (\$)
Directivos		
Profesionales		
Supervisores		
Vaqueros		
Pastureros		
Tractorista		
Ordeñadores		
Supervisores		
Asesores		
Otros		

6. ¿Qué criterios se toman en cuenta para la asignación de sueldos?

- a. Sueldo base ()
- e. Estímulos a la productividad ()
- f. Otros () especifique _____

7. ¿Qué prestaciones tienen los trabajadores? _____

8. ¿En que ha invertido en los últimos cinco años?

Tipo de activo	Año	Monto	Apoyo gobierno (%)	Nombre del programa

9. ¿Con qué se cubren las inversiones en el establo?

- a. Crédito ()
- b. Subsidio ()
- c. Utilidades () porcentaje _____
- d. Otros () especifique _____

10. ¿Utiliza algún programa computacional en el manejo del establo?

- a. Si () especifique _____
- b. No ()

11. ¿Cuenta con un programa de capacitación?

- a. Si () especifique _____
- b. No ()

12. ¿Pertenece a alguna organización ganadera?

- a. Si especifique _____
- b. No

13. ¿En qué le beneficia pertenecer a dicha organización? _____

14. ¿De qué forma le han afectado las políticas del gobierno para la lechería?

- a. Positivamente
- b. Negativamente
- c. Ninguna
- d. No sabe

15. ¿Se encuentra actualmente bajo crédito?

- a. Si
- b. No

16. ¿Para qué destinó el préstamo? _____

17. ¿Se encuentra en cartera vencida?

- a. Si cantidad \$ _____
- b. No

18. ¿Cuál cree que se el principal problema para la producción lechera en el CAITSA?

ANEXO IV

**CUESTIONARIO ECONÓMICO APLICADO A CADA UNO
DE LOS PROPIETARIOS DE LAS UPL DEL CAITSA**

Objetivo: Obtener información acerca de los desembolsos efectuados en cada UPL del CAITSA para la obtención de cada una de las variables productivas.

<i>Establo</i>				
<i>Fecha</i>				
	<i>Diario</i>	<i>Semanal</i>	<i>Quincenal</i>	<i>Mensual</i>
Gastos generales				
Número de socios				
Número de empleados				
Energía eléctrica				
Agua				
Teléfono				
Gas				
Servicio equipo ordeño				
Mantenimiento vehículos				
Combustibles-lubricantes				
Inseminación artificial				
Medicamentos				
<i>Vacuna (Brucela)</i>				
<i>Vacuna (IBR)</i>				
<i>Vacuna (Leptospira)</i>				
<i>Vacuna (DVB)</i>				
<i>Vacuna (Clostridium)</i>				
<i>Vacuna (Tuberculosis)</i>				
<i>Vacuna ()</i>				
<i>Vacuna ()</i>				
<i>Desparasitantes</i>				
<i>Antigarrapaticida</i>				
<i>Fumigación</i>				
<i>Laboratorio (análisis)</i>				
<i>Vacuna ()</i>				
<i>Vacuna ()</i>				
Mano de obra				
Productos de limpieza				
Mantenimiento general				
Renta				
Honorarios Médico Veterinario Zootecnista				
Arena para camas				

Alimentación				
<i>Alfalfa fresca</i>				
<i>Concentrado</i>				
<i>Calostro</i>				
<i>Sustituto de leche</i>				
<i>Iniciador</i>				
<i>Silo de maíz</i>				
<i>Sales minerales</i>				
<i>Avena</i>				
<i>Vitaminas</i>				
<i>Rastrojo de maíz</i>				
<i>Maíz rolado</i>				
<i>Canola</i>				
<i>Grasa de sobrepaso</i>				
<i>Otros</i>				
<i>Otros</i>				
<i>Otros</i>				
Costo inicial por animal				
Capital invertido en equipos de motor				
Impuestos				
<i>Seguro social</i>				
<i>Préstamos personales</i>				
<i>Caja de ahorro</i>				
<i>Aguinaldos</i>				
<i>Otros</i>				
<i>Otros</i>				
Reemplazos				
Sanidad				
<i>Asesoría en nutrición</i>				
<i>Asesoría en reproducción</i>				
<i>Asesoría en producción</i>				
<i>Asesoría en clínica</i>				
<i>Asesoría en inseminación</i>				
<i>Asesoría en Finanzas</i>				
Detergentes y selladores				
Total de gastos				
Vacas en producción				
Becerras				
Desechos				
Mortalidad				
Número total de animales				
Producción diaria				
Precio de venta de leche				

ANEXO V

CLAVE DE LAS ABREVIATURAS UTILIZADAS EN EL PRESENTE TRABAJO

ABT	Incidencia de abortos.
BEN	Balance de energía negativo.
CAITSA	Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca, Hidalgo.
CF	Costos fijos.
CFPL	Costos fijos promedio por litro de leche producida.
CFPT	Costos fijos promedio totales.
CFT	Costos fijos totales.
CPL	Costo de producción por litro.
CT	Costos totales.
CO	Costo de oportunidad.
CoV	Coefficiente de variación.
CV	Costos variables.
CVPL	Costos variables promedio por litro de leche producida.
CVPT	Costos variables promedio totales.
CVT	Costos variables totales.
DA	Días abiertos.
DC	Detección de celo.
DE	Desviación estándar.
H-F	Holstein-Friesian.
IA	Inseminación artificial.
IBT	Ingresos brutos totales.
IE	Indices económicos.
IEP	Intervalo entre partos.
MOM	Momificaciones.
NM	Nacidos muertos.
P1erS	Intervalo parto al primer servicio.
PEV	Período de espera voluntario.
PLVE	Producción láctea por vaca por estrato.
PPV	Producción por vaca.
PR	Parámetros reproductivos.
RBC	Relación beneficio costo.
RE	Reabsorciones embrionarias.
SxC	Servicios por concepción.
UEM	Utilidad económica mensual.
UEV	Utilidad económica por vaca.
UNL	Utilidad neta por litro de leche.
UPL	Unidad de producción láctea.